VISIT…

ПАЛЕОНТОЛОГИЯ

Я ПОЗНАЮ МИР

50 00
22251-3
9 785170 222513

ИЗДАТЕЛЬСТВО

УДК 087.5:56
ББК 28.1я2
Я11

Автор и художник *С. В. Наугольных*
Художник обложки *Ю. А. Станишевский*

Я познаю мир: Палеонтология: Дет. энцикл. /
Я11 С. В. Наугольных; Худож. С. В. Наугольных. — М.: ООО «Издательство АСТ»: ООО «Издательство Астрель»: ЗАО НПП «Ермак»: 2004. — 399, [1] с.: ил.

ISBN 5-17-022251-3 (ООО «Издательство АСТ»)
ISBN 5-271-08263-6 (ООО «Издательство Астрель»)
ISBN 5-9577-1024-5 (ЗАО НПП «Ермак»)

В новом томе популярной детской энциклопедии «Я познаю мир» вы познакомитесь не только с вымершими обитателями нашей планеты и «живыми ископаемыми», но и с палеонтологическими методами, позволяющими установить климат прошлых эпох, измерить температуру юрского моря, реконструировать поведение и социальные отношения давно вымерших животных.

Издание богато иллюстрировано, снабжено словарем терминов и предметно-именным указателем и может использоваться как справочник, а также при написании рефератов и докладов.

УДК 087.5:56
ББК 28.1я2

Общероссийский классификатор продукции
ОК-005-93, том 2; 953000 — книги, брошюры

Санитарно-эпидемиологическое заключение
№ 77.99.10.953.П.000009.01.03 от 10.01.2003 г.

Подписано в печать 15.12.2003 г. Формат 84×108 1/32.
Усл. печ. л. 21,00. Тираж 20000 экз. Заказ № 2901.

ISBN 5-17-022251-3 (ООО «Издательство АСТ»)
ISBN 5-271-08263-6 (ООО «Издательство Астрель»)
ISBN 5-9577-1024-5 (ЗАО НПП «Ермак»)

© ООО «Издательство Астрель», 2003

ОХОТНИКИ ЗА ПРОШЛЫМ

ВСЕГДА ЛИ МИР БЫЛ ТАКИМ, КАКИМ МЫ ЕГО ЗНАЕМ?

Человеку, не очень хорошо знакомому с естествознанием, ответ на этот вопрос может показаться простым. Если посмотреть вокруг, то кое-какие изменения можно увидеть, но в общем-то мир представляется довольно постоянным. Нас окружают одни и те же виды растений, животных, одни и те же ландшафты. Наверное, подумает кто-то, приблизительно так было всегда.

Вместе с тем более внимательный наблюдатель обязательно возразит. Подождите-ка, скажет он, вот весной, например, в лесу можно увидеть подснежники, а летом их нет. Одни виды птиц прилетают к нам зимой, а другие возвращаются с юга летом. Позапрошлым летом за рекой было озеро, а сейчас оно заросло и превратилось в болото. Нет, мир постоянно меняется.

Многие перемены в этом мире происходят циклично, повторяясь вместе с временами года. Но наряду с такими изменениями идут и необратимые процессы. Одни виды безвозвратно вымирают, другие появляются и приспосабливаются к новым условиям. Меняется даже климат. Сейчас много говорят о глобальном потеплении; последствия этого процесса видны уже и неспециалистам.

Итак, мир непостоянен. Иногда он меняется настолько быстро, что перемены происхо-

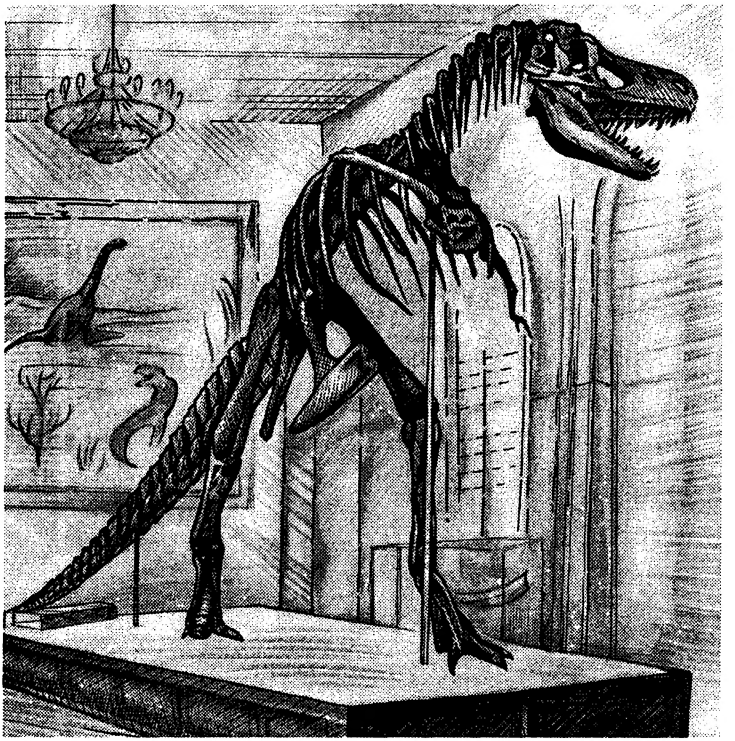
дят буквально на наших глазах. И чем дальше мы пробуем заглянуть в прошлое, тем с более непривычными явлениями встречаемся.

Но как же попасть в прошлое? Ведь машину времени пока не изобрели. Оказывается, есть ученые, которые по тем следам, которые оставляет нам прошлое, восстанавливают картины минувших эпох. Древнюю историю человечества изучает археология, а вот времена, относящиеся к действительно глубокому прошлому, исследует палеонтология, о ней и рассказывается в этой книге.

ЧТО ТАКОЕ ПАЛЕОНТОЛОГИЯ?

Если дословно перевести слово «палеонтология», имеющее в качестве своей основы слова древнегреческого языка «палеос», «онтос» и «логос», то получится что-то вроде «учения о древних существах» или «учения о древнем бытии».

Палеонтология занимается древними организмами, а также изучением следов их жизнедеятельности, да и вообще всем, что позволяет реконструировать жизнь в минувшие геологические эпохи. Палеонтологи в первую очередь занимаются поиском и изучением **окаменелостей** — ископаемых остатков древних животных и растений. Но при этом они никогда не упустят возможности изучить **отложения**, в которых эти окаменелости были найдены, узнать, что думают об условиях об-



Скелет гигантского динозавра-теропода, относящегося к виду тарбозавр батаар («батаар» по-монгольски означает «богатырь», «батыр»). Описал тарбозавра русский палеонтолог Е. А. Малеев. Скелеты этих чудовищных хищников были найдены в верхнемеловых отложениях Монголии, в пустыне Гоби, экспедицией И. А. Ефремова (1946, 1948 и 1949 годы). Тарбозавры, как и их ближайшие североамериканские родственники тираннозавры, были приспособлены к жизни на открытых пространствах, могли быстро бегать, уравновешивая наклоненную вперед переднюю часть туловища высоко поднятым над землей длинным хвостом. Настигая жертву, тарбозавр прижимал ее к земле когтистой задней лапой и вонзал в нее свои кинжалообразные зубы с пильчатой нарезкой по краю. Один такой зуб мог достигать в длину 15 сантиметров

разования этих отложений геологи-седиментологи, а затем сравнить их данные со своими выводами. Опытные палеонтологи, помимо изучения ископаемых организмов, всегда занимаются и сравнением их с наиболее близкими современными родственниками, поскольку такой анализ помогает глубже понять природу тех созданий, многие из которых уже давно вымерли.

Кроме палеонтологов, далеким прошлым нашей планеты занимаются и другие ученые с приставкой «палео» — **палеоклиматологи, палеогеографы** и даже **палеопочвоведы.** Однако пальма первенства в науках о геологическом прошлом Земли и об истории ее обитателей, пожалуй, по-прежнему остается у палеонтологов.

Они непосредственно ведут полевые работы, направленные на поиск и сбор ископаемых остатков, занимаются их камеральной обработкой, этикетированием, препарацией образцов, составлением коллекционных каталогов, затем уже проводят академические исследования — определяют и описывают ископаемые остатки. Однако палеонтологи-профессионалы обычно этим не ограничиваются. Их интересует, что могут рассказать остатки изученных древних организмов о своих предках и потомках, о тех ландшафтах, в которых они существовали.

Обычно палеонтологией занимаются люди, хорошо эрудированные, прекрасно знающие и геологию, и биологию, то есть те дисциплины,

к которым по своему предмету изучения непосредственно примыкает сама палеонтология. Помимо этого, палеонтологи должны быть и хорошо физически развитыми, ведь лопата и молоток для них — такие же инструменты познания, как микроскоп или современный компьютер.

КАК СОХРАНЯЮТСЯ ДРЕВНИЕ ЖИВОТНЫЕ И РАСТЕНИЯ?

Кажется удивительным, как же так — прошли многие и многие миллионы лет, а на камне сохраняется отпечаток нежнейшего листа папоротника или крыла бабочки. Каким образом до нас доходят **окаменелости** — эти следы былой жизни?

С одной стороны, сохранение в геологических пластах древних животных и растений — явление действительно удивительное. Во-первых, потому что природа очень экономна, и все, что умирает или погибает, как правило, вновь включается в круговорот веществ. Органические вещества — вещь весьма полезная и дорогостоящая в этом природном круговороте, поэтому уходящие поколения становятся пищевым субстратом для роста новых поколений. Во-вторых, многие организмы настолько эфемерны, что представить их сохранившимися в течение десятков или сотен миллионов лет, пусть даже и в окаменелом виде, очень трудно. Ну как, каким образом может окаменеть меду-

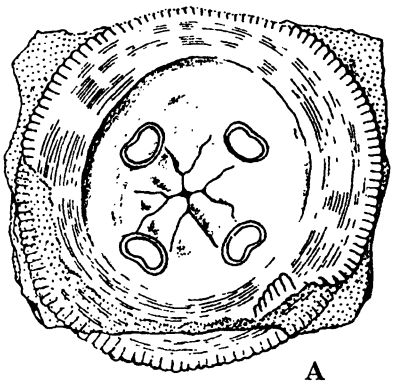
за или какое-нибудь другое мягкотелое существо, этакий слизистый мешочек с щупальцами?

Вместе с тем в каменной летописи сохраняется очень многое. Палеонтолога трудно удивить отпечатком медузы или даже окаменелым слепком полости ее тела. Такие остатки встречаются в отложениях самого разного возраста, включая и очень древние... Так как же происходит сохранение и погребение в земных слоях древнего организма?

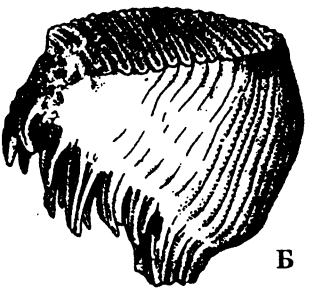
В этом вопросе кроется и ответ на него. Для того чтобы организм (а точнее, как правило, его часть) сохранился, он обязательно должен попасть в **осадок**, должен быть погребен под слоем песка, глины или ила. Если у организма есть твердые части — раковина либо кости (все это палеонтологи называют **скелетом**), шансы сохраниться у него резко повышаются. Однако, если захоронение происходило в условиях отсутствия свободного доступа воздуха, при каком-нибудь химическом заражении придонных участков водоемов (например, сероводородном, как в глубине современного Черного моря) и, соответственно, при отсутствии донных падальщиков, поедающих мертвые тела, может сохраниться вообще практически всё целиком. Известны такие уникальные местонахождения, например, **докембрийские (вендские) сланцы**, обнажающиеся по берегам Белого моря, кембрийские сланцы Бёрджес в Британской Колумбии (Канада), юрские **литографские известняки Золенгофена** в Германии и очень сходные с

ними **плитчатые известняки** и **мергели Каратау** (Казахстан). В них сохранилась практически вся (!) биота, существовавшая в данном бассейне, а также многие другие существа, попавшие в захоронение случайно. При этом до нас дошли совершенно удивительные вещи: отпечатки **медуз**, различных мягкотелых организмов (от **червей** до **безраковинных моллюсков**). Если открыть учебник зоологии, то там можно увидеть изображение окаменелого скелета первоптицы-**археоптерикса** с сохранившимися отпечатками перьев. И таких примеров множество. Благодаря подобным местонахождениям, для обозначения которых палеонтологи часто используют термин **«лагерштэттен»** (от немецкого Lagerstatten), палеонтологи имеют возможность вплотную подойти к реконструкции целых биот или даже экосистем.

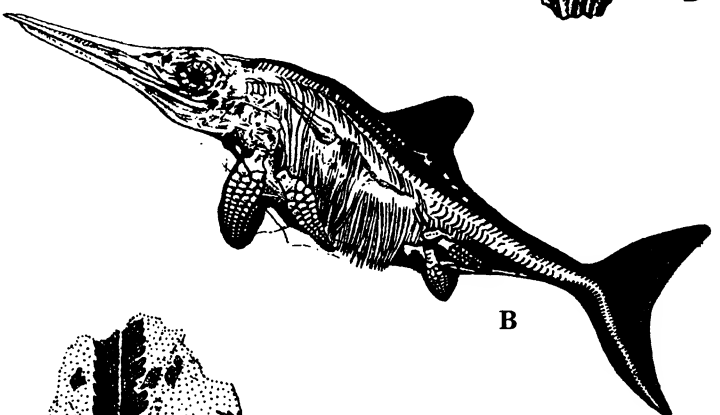
Однако надо понимать, что и при самой хорошей сохранности в руки палеонтолога попадает все-таки окаменелый остаток. А это накладывает на изучение конкретного организма определенные ограничения. Например, какой-нибудь вид динозавров может быть изучен исчерпывающе по прекрасно сохранившимся и многочисленным скелетам, но об окраске шкуры этого животного можно будет только догадываться. Однако сейчас палеонтологи продвинулись в своих исследованиях уже так далеко, что могут даже реконструировать гнездовое поведение динозавров. Так что окаменелости могут рассказать о многом.



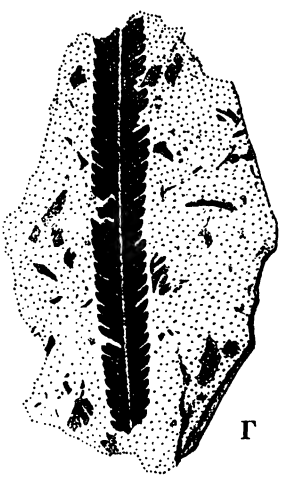
А



Б



В



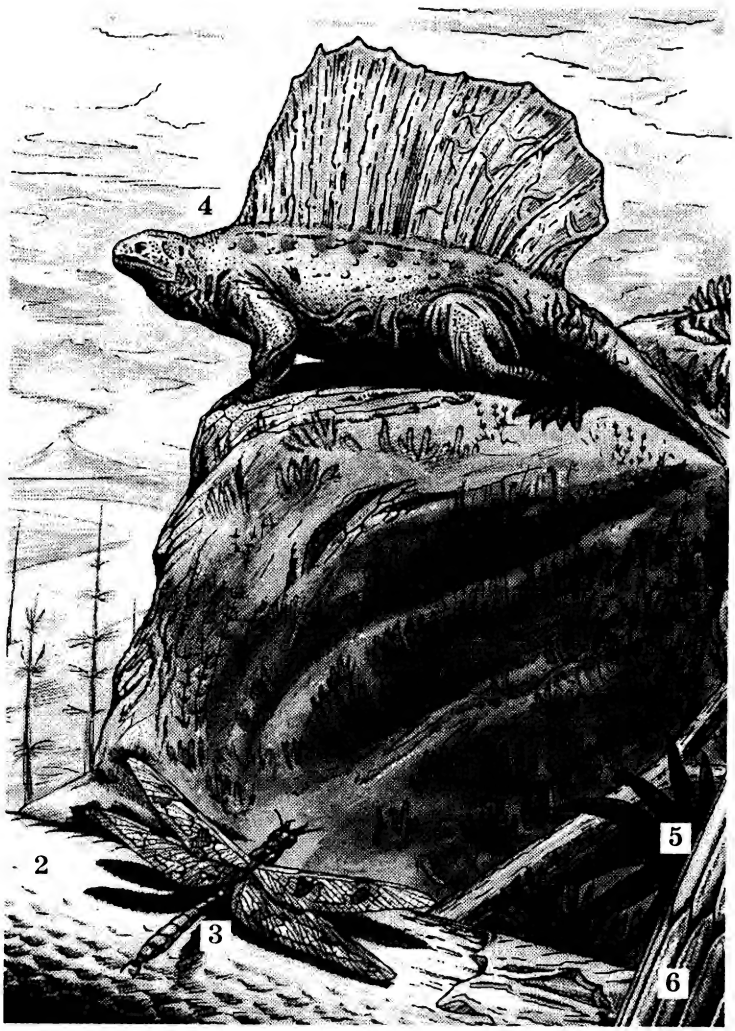
Г

Д

Различные ископаемые остатки (А–Г) и следы жизнедеятельности (Д) древних организмов. А — отпечаток ископаемой медузы вида ризостомитес адмирандус (уменьшено в 5 раз); верхнеюрские (титонские) литографские сланцы, местонахождение Золенгофен, известное удивительно хорошей сохранностью ископаемых организмов; именно из этого местонахождения описаны скелеты первоптиц-археоптериксов и летающих ящеров; Б — зуб взрослого мамонта (уменьшено в 4 раза); четвертичные моренные отложения, Архангельская область; В — скелет ихтиозавра вида стеноптеригиус квадрисциссус с сохранившимся отпечатком контуров тела (черная заливка; хорошо видны брюшные, спинной и хвостовой плавники; длина скелета 2,5 м), со скелетом детеныша внутри тела; ихтиозавры были настолько хорошо адаптированы к жизни в воде, что даже перешли к живорождению в отличие от большинства других рептилий, откладывающих яйца; нижнеюрские отложения Германии, местонахождение Гольцмаден; Г — углефицированный отпечаток листа древнего голосеменного растения из группы беннеттитов (уменьшено в 1,5 раза), относящийся к роду птилофиллум (у беннеттитов впервые в истории растительного царства появляются генеративные органы, похожие на цветок); изображенный экземпляр происходит из верхнеюрских отложений северного Казахстана, местонахождение Аулие (хребет Каратау); Д — следовая дорожка, принадлежащая двуногому хищному динозавру, возможно, карнозавру; нижнемеловые отложения, окрестности города Кутаиси (длина одного отпечатка 30 см). По К. К. Флёрову, 1947, с изм. и дополн.

ЧТО УЗНАЛИ ПАЛЕОНТОЛОГИ ОБ ИСТОРИИ ЗЕМЛИ?

Самым первым и, пожалуй, самым важным результатом работы палеонтологов еще на заре существования палеонтологии как на-



Из изображенных на этой реконструкции растений и животных только гигантские каламиты и гигантская стрекоза отдаленно похожи на современные организмы.
1 — каламиты; 2 — ствол лепидодендрона;
3 — гигантская стрекоза меганевра; 4 — эдафозавр;
5 — папоротник пекоптерис; 6 — ствол каламита

уки было открытие того факта, что жизнь на Земле когда-то была другой, не похожей на современную. Этот вывод противоречил общепринятому в те времена мнению, что все виды были созданы Богом в одно и то же время и после этого пребывали в неизменном состоянии. Однако обнаружение в земных слоях остатков древних существ, совершенно не похожих на современные организмы, однозначно позволяло утверждать, что когда-то Землю населяли такие животные и растения, которые к настоящему времени вымерли. Причем чем древнее были окаменелости, тем менее напоминали они современных животных и растения. Для некоторых же окаменелых организмов вообще не удавалось подобрать современные аналоги.

Еще один вывод был сделан несколько позже, когда общее количество и общая представительность палеонтологических коллекций стали уже действительно значительными. Выяснилось, что чем древнее отложения с ископаемыми, тем примитивнее животные и растения, остатки которых там встречаются. В самых древних слоях были найдены остатки **одноклеточных** существ, затем — остатки организмов, похожих на **медуз** и **червей**, в более молодых отложениях были найдены моллюски и членистоногие, затем — **рыбы**, **пресмыкающиеся** и так далее. Та же тенденция обнаружилась и с остатками растений. В древнейших отложениях нашли **водоросли**,

затем примитивные **споровые растения**, далее — остатки **голосеменных** и наконец **покрытосеменных**. Обнаружилось то, что палеонтологи называют **«стрелой времени»**: усложнение организации животных и растений от древности к современности. По мере накопления знаний об ископаемых организмах палеонтологам удалось даже построить преемственные цепочки от предков к потомкам, от вида к виду. «Стрела времени» однозначно указывала на то, что органический мир развивался и, развиваясь, усложнялся, что также противоречило церковным догмам.

Выявленные закономерности в эволюции органического мира Земли позволили составить геохронологическую шкалу, отражающую основные этапы развития жизни.

ГЕОХРОНОЛОГИЧЕСКАЯ ШКАЛА

Историю Земли ученые делят на разные временные отрезки. Наиболее длительные отрезки времени называются **эонами**. Они включают в свой состав **эры**, а эры в свою очередь **периоды**. Для удобства отсчета выделяют и другие геохронологические подразделения, эпохи, века и так далее, но здесь мы о них говорить не будем.

В самом начале изучения геологического строения Земли геологи с помощью палеонтологов (а надо сказать, что многие геологи и в те времена разбирались, и сейчас очень не-

плохо разбираются в палеонтологии) разделили все **породы**, которые им были известны, на четыре большие группы: **первичные**, **вторичные**, **третичные** и **четвертичные**. К первичным были отнесены древнейшие магматические и метаморфические породы, различные граниты, гнейсы и кристаллические сланцы. Ко вторичным породам были причислены отложения с самыми примитивными организмами — **трилобитами**, древними группами **кораллов** и **моллюсков** и многих других существ, природа которых тогда еще не была изучена. К третичным породам отнесли слои с животными, уже напоминавшими современных, но представленных все-таки вымершими видами. К четвертичным породам оказались причислены самые молодые отложения, в которых попадались даже орудия **древнего человека** и следы недавнего **оледенения**. По мере уточнения и детализации этой первой условной шкалы почти все первоначальные названия постепенно были заменены на другие термины, точнее отражавшие суть происходивших перемен. Из старых названий сохранился лишь термин «четвертичный» период, который все чаще называют «антропогеном», то есть периодом, в течение которого появился и эволюционировал человек.

Ниже приводится современная геохронологическая шкала. По поводу некоторых ее разделов ученые продолжают спорить до сих пор. Поэтому не стоит удивляться, если в дру-

гих книгах вам попадутся шкалы, отличающиеся от той, которая предлагается здесь. Изучение истории Земли продолжается, и новые данные позволяют вносить в существующие шкалы некоторые поправки.

ГЕОХРОНОЛОГИЧЕСКАЯ ШКАЛА

Эон	Эра	Период	Нижняя граница в миллионах лет от настоящего времени
Фанерозой	Кайнозойская	Четвертичный (=Антропоген)	1,81
		Неоген	25
		Палеоген	66
	Мезозойская	Мел	132
		Юра	185
		Триас	235
	Палеозойская	Пермь	280
		Карбон	345
		Девон	400
		Силур	435
		Ордовик	490
		Кембрий	570
Криптозой	Протерозойская	Венд	650
		Рифей	1650
		(общепринятых подразделений нет)	2600
	Архейская		4500

ПОИСКИ ПРЕДКОВ, ИЛИ КАК БЫЛА ДОКАЗАНА ЭВОЛЮЦИЯ

Сейчас трудно найти человека, который не знал бы имя **Чарлза Дарвина**. Если спросить, чем был знаменит Дарвин, то большинство людей скажут, что он доказал происхождение человека от обезьяны. Но другие сразу же начнут с этим спорить. Человек, более обстоятельно знакомый с биологией, скажет, что Дарвин создал теорию эволюции, а специалист-биолог, без сомнения, сразу же вспомнит название основного научного труда Дарвина — «Происхождение видов путем естественного отбора».

Строго говоря, Дарвин не был первым эволюционистом. Многие ученые задолго до Дарвина говорили о том, что живые существа изменяются от поколения к поколению, новые признаки наследуются и передаются от предков потомкам. Дарвину (а также независимо от него пришедшему к тем же выводам **Альфреду Уоллесу**) принадлежит честь установления механизмов, ответственных за возникновение новых видов и вымирание менее совершенных видов. Дарвин же первым пришел к выводу, что главным из этих механизмов, безусловно, является **естественный отбор**.

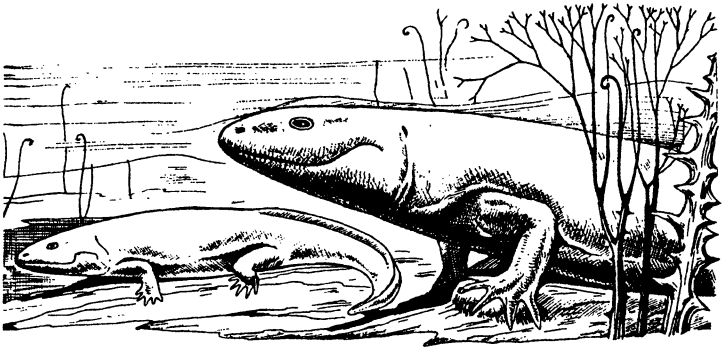
Суть естественного отбора можно кратко изложить в нескольких словах. Существует изменчивость организмов, принадлежащих одному виду. Постоянно перекомбинируются старые признаки и, кроме этого, появляются

новые признаки за счет мутаций. Некоторые из этих новых признаков, а также удачные сочетания старых признаков оказываются полезными для организма. Они помогают ему выжить, скрыться от врагов (к примеру, новые признаки, такие как покровительственная окраска шкуры, улучшают маскировку) или, наоборот, помогают найти, догнать и убить добычу. Некоторые признаки, не имеющие на первый взгляд приспособительного значения, помогают привлечь внимание самки и таким образом повышают шансы оставить потомство. Девиз естественного отбора: «Выживает наиболее приспособленный».

Противники дарвинизма в частности и эволюционной теории в целом сразу же начинают возражать: если виды действительно «превращаются», переходят один в другой, то где же тогда переходные формы, совмещающие признаки видов-предков и видов-потомков? И вот тут на помощь приходит палеонтология.

К сожалению, в этой книге мы не можем привести даже малой толики всех примеров **переходных форм**, известных сейчас палеонтологам и биологам-эволюционистам, однако самые известные, классические переходные формы, или, как их еще называют, «мозаичные типы», мы с вами вспомним.

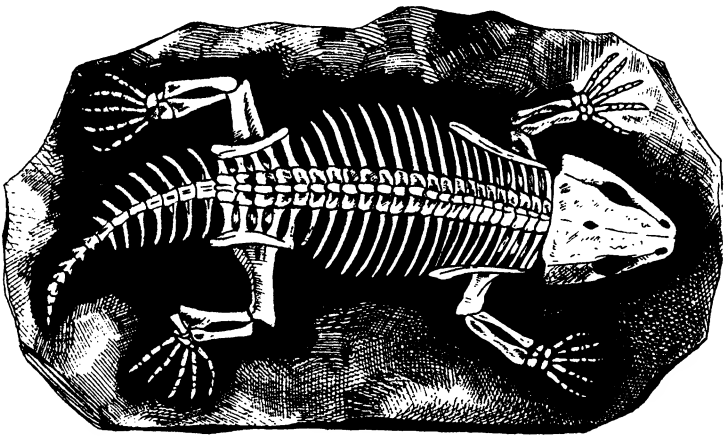
Начнем с **ихтиостеги** — удивительного существа, обнаруженного в девонских отложениях Гренландии и совмещающего в своем строении признаки **кистепёрых рыб** и **земно-**



Ихтиостега — переходное звено между кистеперыми рыбами и земноводными

водных. Иначе говоря, ихтиостега — это кистепёрая рыба, но уже без чешуи и поставленная на пятипалые конечности.

Позднее в тех же отложениях были обнаружены скелеты другого примитивного четвероного — **акантостеги**. То, что в **девонском периоде** уже появились первые наземные позвоночные, подтверждается находками и в других регионах земного шара. В России в **девонских отложениях**, обнажающихся в Тульской области, были обнаружены остатки примитивного земноводного, получившего от своего первооткрывателя **О.А. Лебедева** название «**тулерпетон**». В Австралии, в провинции Виктория, в верхнедевонских отложениях **формации Реноа** была найдена **следовая дорожка**, также принадлежавшая древнему наземному четвероногому, выползшему 360 миллионов лет назад прогуляться по песчаному берегу.



Скелет сеймурии, высокоорганизованной амфибии, имеющей уже многие признаки рептилий

Следующими можно назвать переходные формы от земноводных к пресмыкающимся. Из них особенно широко известна **сеймурия** — четвероногое существо из **пермских отложений** Северной Америки. Сеймурия получила свое название от города Сеймур в штате Техас (США). Остатки сеймурии были найдены в красноцветных нижнепермских отложениях, указывающих на засушливый климат, существовавший в то время.

Сеймурия довольно причудливым образом объединяла признаки земноводных — **стегоцефалов** — и наиболее примитивных пресмыкающихся — **котилозавров**, которых сейчас нередко относят к особой группе парарептилий. Палеонтологи до сих пор не пришли к согласию в том, к кому же все-таки причислять сеймурию: к земноводным или к пресмыкаю-

щимся. Конечно, геологический возраст сеймурии слишком мал. Ее остатки, как было сказано, найдены в пермских отложениях, а в предыдущем периоде, **карбоне**, уже существовали настоящие пресмыкающиеся. Очевидно, сеймурия была доживающим, реликтовым типом, а ее непосредственные предки, давшие начало различным группам пресмыкающихся, появились не позднее начала каменноугольного периода. Надо сказать, что похожие на сеймурию, очень примитивные пресмыкающиеся со многими признаками земноводных были найдены сравнительно недавно в **каменноугольных отложениях** Англии.

Продолжают список **зверообразные пресмыкающиеся**. Это уже не одна форма, а довольно большая группа наземных позвоночных, представленных многими семействами и отрядами. У каждого из представителей зверообразных сочетались признаки настоящих рептилий и млекопитающих. У одной из наиболее известных форм зверообразных рептилий, относимой к роду **лиценопс**, на каждый рептилийный признак приходился один признак млекопитающего. Если мы посмотрим на черепа наиболее известных хищных зверообразных — гигантских **иностранцевий** и **завроктонов**, в глаза сразу же бросятся их дифференцированные по функции зубы — резцы, клыки, коренные. Такая дифференциация характерна именно для млекопитающих и никогда не встречается у настоящих рептилий.

Первоптица — археоптерикс литографика, сидящая на ветке древнего хвойного дерева на берегу позднеюрской лагуны

Еще одним примером может служить первоптица **археоптерикс**. Находку первого археоптерикса можно считать триумфом дарвинизма. Археоптерикс представляет собой переходную форму, объединяющую признаки рептилий (длинный хвост, состоящий из многочисленных позвонков, зубастые челюсти, когти на передних конечностях) и признаки птиц (перья, ключица в виде вилочки и др.).

С помощью науки **палеоантропологии** в настоящее время можно представить уже целую галерею предков человека — от еще обезьяноподобного **австралопитека** до уже знавшего огонь и жившего в пещерах **питекантропа**, относящегося сейчас к виду **человека прямоходящего**, и далее к **неандертальцам и кроманьонцам, человеку разумному**, внешне не отличавшемуся от нас с вами.

Таким образом, существование переходных форм — это научный факт, и те люди, которые этот факт отрицают, либо плохо образованны, либо умышленно стараются ввести собеседника в заблуждение.

Конечно, надо признать, что дорога эволюции не была прямой. В разных эволюционных линиях в разное время происходили попытки перейти на следующий, более продвинутый уровень. Природа постоянно экспериментирует. Сейчас, например, очевидно, что попытки изобрести перо делались неоднократно в разных группах древних пресмыкающихся. Поэтому, кроме археоптерикса, известен еще до-

брый десяток видов (от пернатых динозавров до примитивных птиц с рептилийными признаками), которые также можно рассматривать в качестве «мозаичных типов». Такие же примеры можно найти и в других группах. Однако это ни в коем случае не умаляет значения переходных форм и даже, напротив, подчеркивает значение эволюционных переходов от одних групп организмов к другим.

Еще один фактор надо иметь в виду, говоря о постепенности таких переходов. Судя по всему, далеко не все эволюционные превращения были медленными, постепенными (градуалистическими). Очевидно, что некоторые важные признаки или даже группы признаков в истории организмов появлялись внезапно, скачкообразно. Такие явления были названы **сальтациями**. Но и сальтации, как правило, не приводили к появлению нового вида как такового (не говоря уже о появлении новой группы животных или растений). С сальтациями связано изменение морфологических особенностей организма, проявление какого-нибудь нового гена, а вот будет ли этот ген подхвачен и закреплен в дальнейшей истории развития данной группы, решится в процессе естественного отбора.

КАК СТАТЬ ПАЛЕОНТОЛОГОМ?

Жизнь палеонтолога очень интересна. Что может быть более захватывающим, чем участие в дальних экспедициях, поиск древних су-

ществ, запечатленных в камне, расшифровка событий древней истории Земли? Кроме этого, палеонтолог постоянно находится в поисках подходящей концепции, в рамках которой он может объяснить наблюдаемые факты, а таковая далеко не всегда оказывается под рукой. Нередко ее надо разрабатывать самому. Одним словом, скучать палеонтологу не приходится.

Как же можно стать палеонтологом?

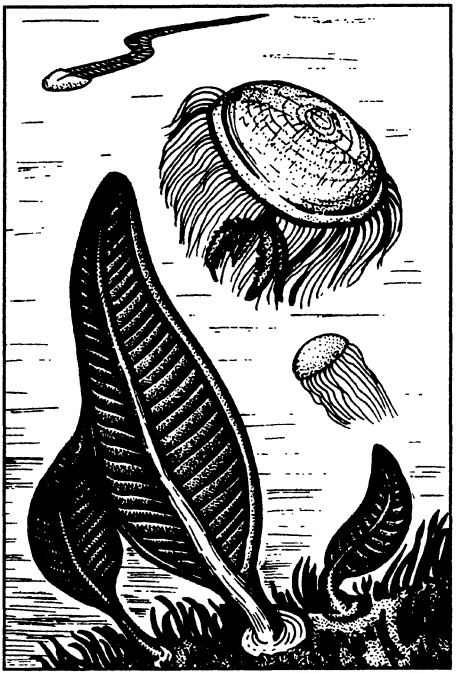
Строго говоря, в России (да в общем-то и во всем мире) палеонтологическую науку можно изучать только в геологических вузах. В настоящее время существуют кафедры **палеонтологии** при геологических факультетах в Московском государственном университете им. М. В. Ломоносова и Санкт-Петербургском государственном университете. Обучаясь в университете на этой кафедре, можно получить диплом, в котором будет сказано, что вы геолог, специализирующийся в области палеонтологии. Однако, с одной стороны, далеко не все люди, учившиеся на этой кафедре, становятся палеонтологами. С другой стороны, не все палеонтологи обязательно заканчивали эту кафедру.

Часто можно слышать, что палеонтологов подразделяют на «академических» ученых и «любителей». Но не все согласны с этим мнением. Палеонтология — это скорее образ жизни и образ мышления. Я бы предложил делить палеонтологов на хороших и, так сказать, сла-

боватых. Мне известны любители палеонтологии, которые по уровню знаний и по качеству полученных (научных!) результатов могут поспорить с очень многими «академическими» учеными-палеонтологами. Более того, большой вклад в историю палеонтологии внесли люди, первоначально далекие от науки, но впоследствии благодаря своему энтузиазму и самоотверженному труду ставшие профессионалами самого высокого класса.

Поэтому, если по какой-то причине вам не удастся получить классического палеонтологического образования, не отчаивайтесь. Природа доступна для наблюдения всем. А хорошие умные книги помогут вам приобрести необходимые знания. Кто знает, может быть, усердное коллекционирование окаменелостей, размышления о найденном и подробное описание сделанных наблюдений помогут именно вам вписать новую страницу в историю палеонтологии.

В ДЕБРЯХ ВРЕМЕНИ



КАК ВОЗНИКЛА ЖИЗНЬ?

Вопрос о **происхождении жизни** можно смело отнести к «проклятым» вопросам естествознания. Науке не удалось пока создать живое из неживого, поэтому все рассуждения о происхождении жизни ведутся лишь в теоретической плоскости. Исключением являются эксперименты по искусственному синтезированию органических соединений, составляющих основу любого живого организма. Эти эксперименты можно назвать вполне удачными. Более того, удалось даже синтезировать аминокислоты, из которых состоят белковые молекулы. Однако от самых сложных белковых веществ еще очень далеко до живого организма.

Споры о происхождении жизни нельзя считать сугубо научными. Они скорее философские. Сводятся они в основном к решению вопроса о том, могла ли жизнь в принципе зародиться самостоятельно или для ее возникновения требовалось вмешательство некоего сверхразума (Бога).

Если внимательно посмотреть вокруг, то можно увидеть массу примеров самоусложнения, **самоорганизации** неживой материи. Вот некоторые из них. Дорожки, остающиеся от дождевой воды, стекающей по склонам оврага, образуют систему желобков, равноудаленных друг от друга; морозные узоры на стекле приобретают форму листьев (причем копируют их иногда настолько точно, что эти ледя-

ные «листья» можно условно отнести к конкретным родам или даже видам растений); кристаллы по мере роста сами собой приобретают удивительно правильную форму; глина на дне высохшей лужи сама собой разбивается на систему пластин полигональных очертаний. Этот список можно продолжать... Происходящее, конечно же, неслучайно, ведь в каждом конкретном случае распределение энергии и вещества происходит наиболее оптимальным способом. Очевидно, самоорганизация — одно из фундаментальнейших свойств вещества нашей Вселенной. Жизнь в таком случае можно рассматривать как один из шагов в самоорганизации вещества. Образование живого организма представляло собой чрезвычайно сложный процесс, однако у природы были огромные запасы энергии (солнечный свет, вулканические извержения) и необходимых веществ (вода и углерод, без сомнения, были в избытке на первобытной докембрийской Земле), а также времени (по меньшей мере несколько миллиардов лет с момента образования Земли как небесного тела).

Сейчас всё чаще говорят о том, что жизнь возникла не на самой Земле, а могла быть занесена к нам из Космоса. Гипотезу эту назвали **гипотезой Панспермии**. Главным доказательством правомерности этой гипотезы считают обнаружение на некоторых метеоритах остатков, напоминающих очень примитивные **бактерии**. Конечно, такой возможности исклю-

чать нельзя. Однако существа дела указанная гипотеза не меняет. Везде, где есть разница температур, где наблюдается движение вещества и энергии, происходят процессы самоорганизации, а значит, там возможно образование достаточно сложных химических структур, ведущих к появлению жизни. Жизнь предусматривает самовоспроизводство и обмен веществ, а элементы этих процессов наблюдаются и в «неживом» мире косной материи.

АРХЕЙ ИЛИ АРХЕОЗОЙ?

Самые древние, найденные на Земле достоверные остатки живых организмов, хорошо сопоставимые с наиболее примитивными **бактериями**, имеют возраст в 3,5 миллиарда лет (микробиота из **формации Варравун** в Австралии). Однако даже такие примитивные организмы не могли появиться внезапно. Безусловно, у этих древнейших архейских бактерий уже была собственная история. Значит, можно считать, что происхождение жизни отодвигается еще глубже в прошлое. Наиболее смелые аналитики, занимающиеся изучением процессов эволюции жизни на Земле, высказываются в пользу того, что жизнь могла зародиться не позднее 4,2 миллиарда лет назад, то есть почти сразу после появления Земли как геологического тела (Н. Н. Иорданский, 2001). Возраст же Земли сейчас определяется приблизительно в 4,5—5 миллиардов лет.

Существует мнение, что еще до появления первых живых организмов на архейской Земле была сформирована протобиосфера, первая «оболочка жизни», в которой уже происходили процессы обмена органических веществ и редупликация возникающих доклеточных структур типа **коацерватных капель**, полученных академиком А. И. Опариным лабораторным способом. Некоторые ученые, например Дж. Лавлок, идут еще дальше и считают живым сверхорганизмом саму Землю — «Гею».

Во всяком случае, сейчас уже совершенно ясно, что даже на заре существования Земли на ней присутствовала жизнь. По этой причине некоторые геологи призывали изменить традиционное название первой эры истории Земли, «**архейской**», на «археозойскую», добавив в название древнегреческий корень «зоа», то есть жизнь.

ЦАРСТВО БАКТЕРИЙ

В следующую эру — **протерозойскую** — свидетельств существования органического мира становится все больше и больше. Доказательства этого находят в разных регионах земного шара: фауна из **кварцитов Фиг Три** (Трансвааль, Южная Африка; возраст 3,2 миллиарда лет), фауна из окремнелых **известняков Ганфлинт** (Миннесота, Онтарио, Северная Америка; возраст 1,9 миллиарда лет), фауна из **окремненных извест-**

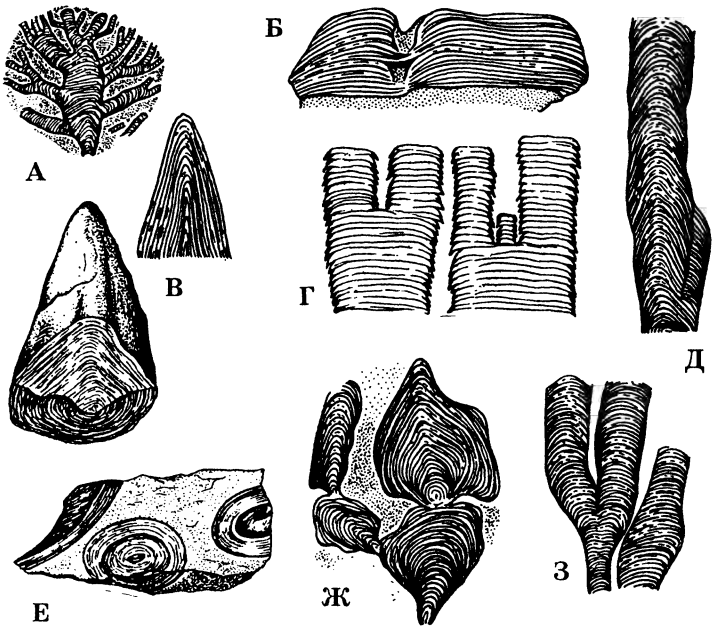
няков **Биттер Спрингс** (Австралия, возраст 0,9 миллиарда лет).

Органические остатки, которые были найдены в различных местах, довольно однообразны. Это в основном клетки сферической формы, иногда образующие скопления или даже цепочки. Судя по всему, эти остатки принадлежали примитивным безъядерным организмам — **бактериям**. Причем эти бактерии в морях и океанах докембрийской Земли явно не бедствовали, а местами и просто процветали.

Среди бактерий (в том числе и современных, таких как род **металлогениум**) есть формы, которые в процессе своего метаболизма концентрируют и восстанавливают железо, растворенное в воде. Огромные залежи железных руд в **Курской магнитной аномалии** — не что иное, как продукты жизнедеятельности несметного множества докембрийских бактерий, доминировавших в биотах раннепротерозойского мира.

СТРОМАТОЛИТОВЫЕ РИФЫ

Некоторые из примитивных бактерий, выделяемых в настоящее время в самостоятельное царство органического мира — **цианобионты** (раньше их называли «синезеленые водоросли», хотя к настоящим водорослям эти организмы никакого отношения не имеют), в процессе жизнедеятельности образуют огромные скопления — маты, в которых в свою очередь



Строматолиты, или «ковровые камни», продукты жизнедеятельности цианобактериальных сообществ. На рисунке показаны протерозойские строматолиты, отнесенные к различным формальным родам.

А — гимносолен, сложная постройка, включающая также элементы строматолитов типа линелла, инзерия и юрюзания; Б — колления; В — конофитон; Г — куссиелла; Д — миньярия, отдельный простой столбик; Е — сферические «строматолиты», а точнее, онколиты, образовавшиеся в условиях динамичной среды, относящиеся к роду озагия; Ж — байкалия, З — миньярия с ветвящимися столбиками

отлагается связываемая и выделяемая бактериями известь — карбонат кальция. Эта известь по мере роста колонии отлагается слой за слоем и в итоге образует причудливые постройки, иногда достигающие огромной величины — нескольких десятков метров в высоту. Подоб-

ные постройки называются **строматолитами**. Они образуются и по сей день, но особенно характерны для протерозойских отложений, где встречаются многометровые толщи, полностью сложенные строматолитовыми постройками различных типов.

Разнообразие строматолитов в протерозое было очень велико. Дело в том, что разные сообщества бактерий выделяли известь по-разному, и в результате внешний вид получавшихся строматолитовых построек тоже был весьма разнообразным. Палеонтологи даже стали описывать на основе изучения строматолитов их разные виды и роды, но при этом отдавали себе отчет в том, что строматолиты — это не сами организмы или их остатки, а всего лишь продукты их жизнедеятельности.

Практика описания строматолитов вызывала много нареканий со стороны палеонтологов, стремящихся к использованию естественной систематики. Но вскоре выяснилось, что искусственная систематика строматолитов очень полезна для геологов-практиков. Оказалось, что строматолиты одного типа образовывались только в раннем **рифее** (см. геохронологическую шкалу на с. 18), строматолиты другого типа — только в среднем рифее и так далее. В результате строматолиты помогли решить одну из сложнейших задач геологии **докембрия**, связанную с необходимостью расчленения и корреляции древнейших протерозойских осадочных толщ.

Строматолиты помогают решить и еще одну важную проблему. Судя по тому, где образуются немногие из современных строматолитов (залив Шарк-Бей в Австралии и Багамские острова в Карибском море), протерозойские строматолиты указывают на палеогеографические условия своего формирования — относительное мелководье в условиях теплого или даже жаркого климата. Строматолиты можно назвать **рифами** докембрийской Земли.

ЖИЗНЬ НАЧИНАЕТ ЭКСПЕРИМЕНТИРОВАТЬ

Пришло время, и благоденствию **бактерий** пришел конец. Около миллиарда лет назад, то есть уже ближе к концу **протерозойской** эры, на Земле сильно похолодало. Началось глобальное оледенение, которое принято называть **лапландским**.

Изменения, которые произошли в органическом мире протерозоя, едва ли можно напрямую связывать с изменившимися климатическими условиями, поскольку некоторые из важных процессов усложнения организации примитивных прокариотных бактерий начались задолго до оледенения. Более того, живые существа, ставшие к тому времени уже весьма многочисленными, и сами оказывали существенное влияние на окружающую среду. Благодаря им на планете появился свобод-

ный кислород. Он выделялся бактериями, первыми открывшими фотосинтез — образование органических веществ при использовании энергии солнечного света.

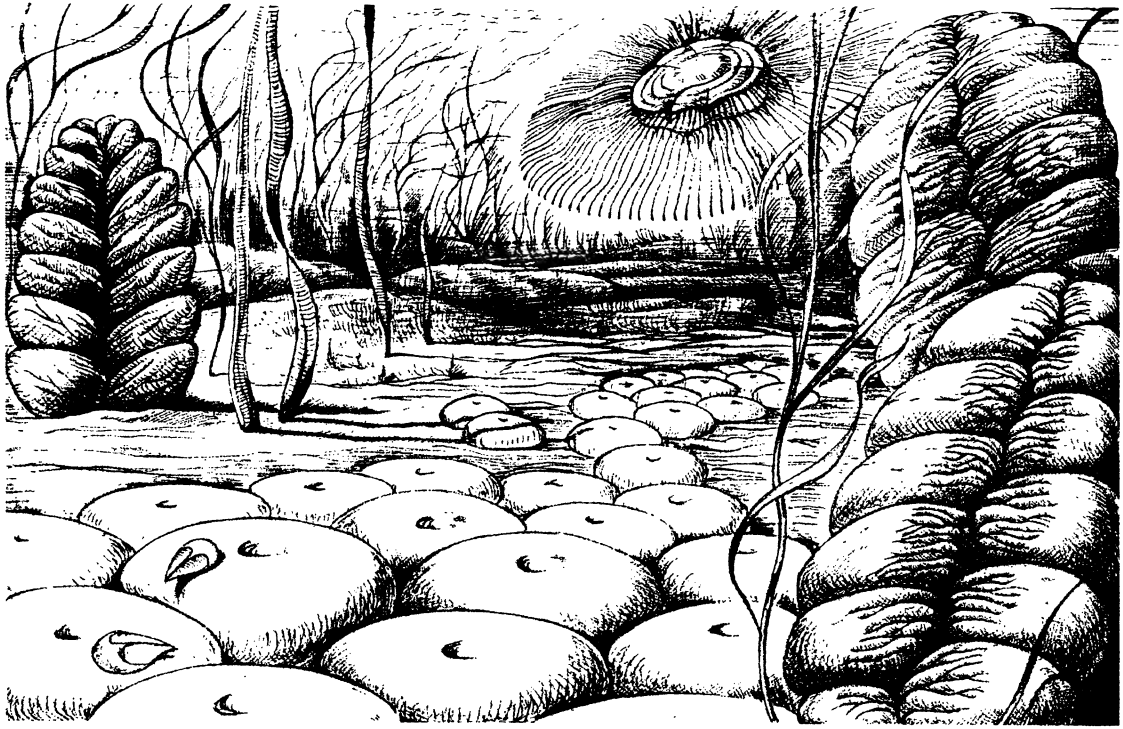
В эволюции органического мира к этому времени произошло еще два важных события. Во-первых, появились ядерные (эукариотные) организмы. Как сейчас принято считать, произошло это за счет симбиотического слияния двух предковых прокариотных организмов. Схематично этот процесс можно представить следующим образом: одна клетка хотела съесть другую, поглотила ее, но переварить не смогла. Так и стали они жить вместе, помогая друг другу и разделив между собой жизненные функции.

Во-вторых, появились **многоклеточные** существа. Очевидно, первым шагом в этом направлении было появление колоний ядерных организмов, большого количества одноклеточных форм, живущих, питающихся и размножающихся вместе. При этом процесс интеграции отдельных клеток в колонию зашел так далеко, что колонии уже превращались в многоклеточные организмы, где функции клеток, входящих в такой организм, существенно различались. Одни клетки формировали покров, предохранявший организм от внешних воздействий, другие осуществляли функцию питания, третьи — пищеварения. В суровых условиях приближающегося оледенения всё это было далеко не лишним.

ВЕНДСКИЙ ПЕРИОД

В конце протерозоя разнообразие многоклеточных организмов стало уже довольно высоким. Из нескольких местонахождений ископаемых биот этого возраста, среди которых особенно широко известны **Эдиакара** в Австралии и **Зимний берег** Белого моря в России, описаны уже десятки видов многоклеточных организмов самого разного типа. Это и формы с округлыми телами с концентрическими или радиальными складками, напоминающие современных медуз, и перистые формы, сходные с современными «морскими перьями», и что-то похожее на сегментированных уплощенных червей. Однако два главных обстоятельства явно объединяют все это разнообразие позднепротерозойских форм. Во-первых, ни у одного из этих существ не было панциря или **скелета**. Все они были мягкотелыми. Во-вторых, среди них явно не было хищников, по крайней мере, не было активно атакующих

Дно мелководного моря в конце протерозойской эры, вендский период; мир кишечнополостных и водорослей. На переднем плане справа и на заднем плане слева располагаются перистые колонии загадочных многоклеточных организмов — петалонам; на переднем плане — скопления одиночных полипов рода немиана; по немианам слева ползают парванкорины, возможно, родственные членистоногим; в толще воды видна медуза (цикломедуза); на переднем плане справа, а также на заднем плане слева видны заросли вендотениевых водорослей



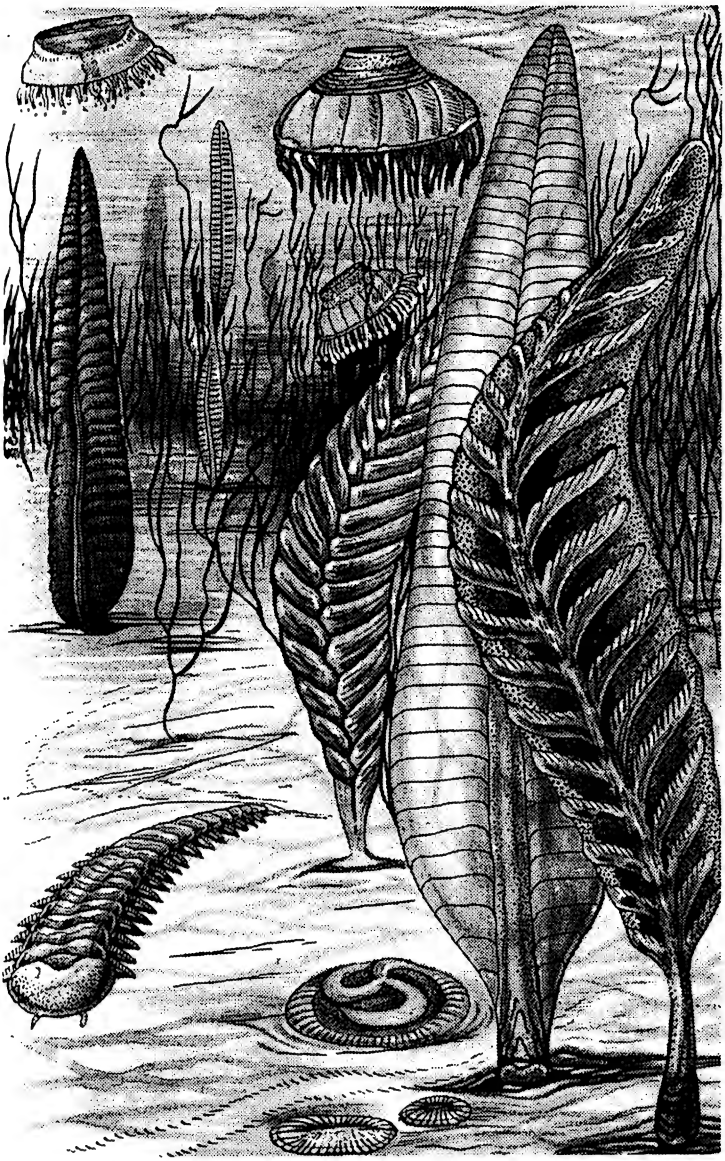
Традиционные представления о многоклеточных организмах венда и их образе жизни (по работам М. Глесснера). На переднем плане слева — перистые колонии петалонам (роды арборея, рангея и филлозоон); внизу на дне лежат червеобразные дикинсонии и радиально-симметричный трибрахидиум; слева к ним приближается спригина (здесь она реконструирована как членистоногое, однако не исключено, что она к ним не имеет никакого отношения); в толще воды видны медузоиды

хищников, использующих какие-либо орудия нападения — зубы, шипы или что-то другое. Можно сказать, что это был в своем роде библейский райский сад, Эдем, где живым существам опасаться было нечего.

Фауна этого времени весьма специфична. Но многие ее виды имели космополитическое распространение и встречаются от Австралии до Белого моря и даже Ньюфаундленда. На основе изучения этой биоты, названной вендской (по племени венедов, обитавших когда-то на берегах Белого моря), академиком Б. С. Соколовым был выделен особый период в истории Земли — **вендский**, завершающий **протерозойскую эру**.

ЗНАЕТЕ ЛИ ВЫ ЧТО?

Сообщества бактерий и примитивных водорослей, очень напоминающие те, что существовали на Земле в докембрии, в протерозойскую эру, встречаются и по сей день, например в горячих источниках Йеллоустонского национального парка в Северной Америке.



Древнейшие строматолиты, продукты жизнедеятельности примитивных прокариотических организмов, имеют возраст 3,5 миллиарда лет.

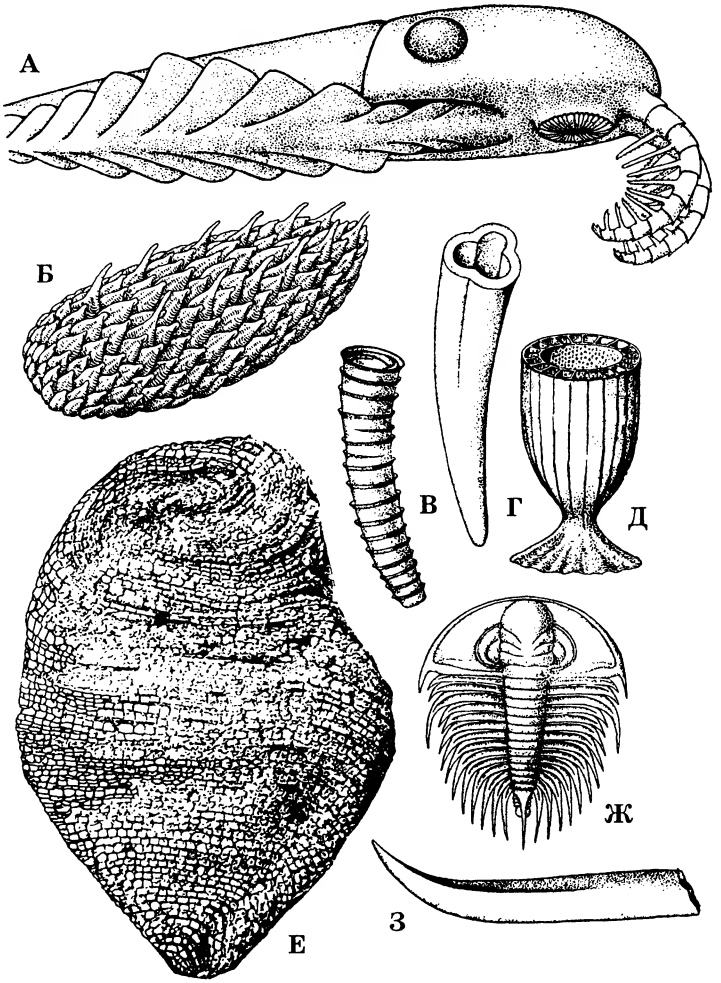
В вендских отложениях Китая был обнаружен ископаемый эмбрион какого-то морского беспозвоночного, оставшегося неизвестным. Диаметр эмбриона составляет 0,1 мм.

ЖИЗНЬ В ПАЛЕОЗОЙСКИХ ОКЕАНАХ

КЕМБРИЙСКИЙ ВЗРЫВ

Начало **палеозойской эры** ознаменовалось событием, которое палеонтологи часто называют **«кембрийским взрывом разнообразия»**. Именно в это время, на рубеже протерозойской и палеозойской эр, появляются все основные типы **многоклеточных** животных, за исключением, пожалуй, **кишечнополостных** (они появились раньше; вспомним вендских медуз) и **хордовых** (они, скорее всего, появились немного позже).

Появление всего этого разнообразия напрямую связано с таким важным завоеванием в истории органического мира на Земле, как появление твердых панцирей, **скелетов**. Они дали массу преимуществ своим носителям: значительно улучшили возможности для увеличения размеров организмов, поскольку твердые части (у одних организмов располагавшиеся внутри, у других — снаружи) создавали прочный твердый каркас, к которому могла крепиться мускулатура, необходимая для эффективного передвижения. Кроме того, появление твердых частей очень быстро привело к развитию хищничества, поскольку из первоначально мелких твердых склеритов стали формироваться зубы в самых различных модификациях, а зубы — это уже отличное оружие для нападения. Но и потенциальные жертвы не остались в долгу: первоначально мягкотелые организмы обла-



Беспозвоночные животные кембрийского периода (по М. МакМенамину, 1987; с изменениями). А — аномалокарис, самый грозный хищник середины кембрийского периода, достигавший в длину полуметра (настоящий гигант по сравнению с остальной кембрийской живностью, в среднем 2–3, редко 5 см длиной). Б — ларвортелла, загадочный организм, ползавший по морскому дну; спину ларвортеллы защищали многочисленные твердые шипы

и чешуи, называемые склеритами. В — клоудина, загадочный морской организм со скелетом в виде трубочки; один из первых организмов с твердым скелетом, возможно, червеобразный.
Г — анабаритес, тоже трубчатое ископаемое, но с расположенными внутри тремя продольными ребрами; Д — одиночный кубок представителя археоциат, хорошо видны радиальные перегородки (септы) и пористое строение стенки; Е — геликоплакус, таинственный морской организм, тело которого было прикрыто многочисленными пластинками из карбоната кальция; Ж — трилобит оленеллус с крупным головным щитом (цефалоном), шипастыми плеврами, прикрывавшими многочисленные ножки, и маленьким хвостиком; З — протоспирцина, еще одно трубчатое ископаемое из кембрийских отложений

чились в твердые панцири в виде двустворчатых раковин, щитков с шипами на спинных частях.

Появление одних новых органов повлекло за собой развитие других. Если есть зубы или клешни для хватания, значит, нужны быстрые лапки или плавники, чтобы сначала догнать добычу. Если есть надежный твердый, но тяжелый защитный панцирь, значит, надо приспосабливаться к неспешному образу жизни, собирать органический детрит, рассеянный в грунте, или же попросту фильтровать морскую воду для отцеживания органической взвеси.

Реализация всех этих стратегий выживания очень быстро привела к тому, что уже в **кембрии** — первом периоде палеозойской эры — все морфологические решения проблемы защиты и атаки были эволюцией изобретены. Далее они лишь перекомбинировались и модифици-

ровались разными группами организмов в различных вариантах. Так, например, двустворчатая раковина, в которой можно спрятаться от врага, а при необходимости высунуть ноги (или ногу) и куда-нибудь отползти либо схватить проплывающую мимо мелочь, независимо появилась у настоящих **двустворчатых моллюсков**, затем у **брахиопод** (или плеченогих), а также у разных групп **ракообразных** (остракоды, конхостраки).

Поскольку скелеты сохраняются в геологической летописи гораздо лучше, чем остатки мягкотелых организмов, кембрийская фауна изучена в настоящее время гораздо лучше фауны мягкотелых животных, существовавших в конце протерозойской эры. Однако даже среди кембрийских организмов палеонтологам известно много таких, которые не имеют прямых родственников среди современных беспозвоночных и природу которых трудно считать окончательно разгаданной. К одной из таких групп относятся **археоциаты**.

О ЧЕМ РАССКАЗАЛИ АРХЕОЦИАТЫ

Что можно сказать об **археоциатах**, взглянув на них разок-другой? Прежде всего, то, что перед нами что-то весьма примитивное. Кубок довольно правильной геометрической формы, у одних видов конический, у других — субцилиндрический, иногда со странными пережимами или раздувами. У самых простых форм

Колониальные археоциаты. На заднем плане показан образец археоциатового известняка из кембрийских отложений Сибири; на переднем плане — реконструкция общей формы колонии (показан только скелет без мягких тканей)

кубок состоит из одной стенки, у более сложных — из двух, и получается, что два разных по величине кубка вложены друг в друга. У самых сложных форм эти стенки соединены перемычками в виде палочек или продольных пластин, которые были нужны прежде всего для укрепления общей конструкции. Среди археоциат существовали и одиночные, и коло-

ниальные формы, которые нередко соседствовали в одних и тех же донных сообществах. Подавляющее большинство археоциат были прикрепленными организмами. Они сидели на дне, заякориваясь основанием кубка в субстрат либо прикрепляясь к другим донным организмам или выступам твердого дна. Но некоторые виды археоциат свободно лежали на грунте (таких было совсем немного). Археоциаты имели, в основном, небольшие размеры — у них было несколько миллиметров или сантиметров в диаметре и около десяти сантиметров в длину. Но известны и гигантские формы с длиной кубка до полутора метров. Такие гиганты описаны из **кембрия** Тывы.

Самая интересная особенность археоциат — наличие пор в стенках. По этому признаки археоциаты напоминают современных **губок**, с которыми они, видимо, состоят в родстве. По наличию этих пор палеонтологи выяснили, как археоциаты питались. Однозначно, что археоциаты были организмами-фильтраторами. Внутрь кубка они засасывали через центральную полость морскую воду, вместе с которой туда попадали и мелкие органические частицы, а затем выбрасывали уже чистую воду через поры. Так же питаются и губки. Скорее всего, у ахеоциат, как и у губок, было внутриклеточное пищеварение, поскольку настоящий желудок у них еще не развился. Пищевые частички просто поглощались клетками археоциат, ответственными за пищеварение.

Другие клетки, снабженные жгутиками, синхронно сокращаясь, создавали ток воды, направленный внутрь кубка.

Интересная особенность эволюции археоциат, которую выяснил член-корреспондент Российской академии наук **А. Ю. Розанов**, специализирующийся на изучении этой группы животных, заключалась в том, что на протяжении кембрийского периода в разных семействах и отрядах археоциат параллельно возникали одни и те же признаки. Были выстроены гомологические ряды археоциат, отражающие разнообразие и повторяемость морфологических признаков и их сочетаний в разных археоциатовых группах. Эти таблицы гомологий имели огромное предсказательное значение. Удалось определить, какими признаками могли обладать еще не найденные виды археоциат. Прошли годы, и эти виды удалось найти. Удивительно, но их существование задолго до реального открытия было предсказано что называется «на кончике пера» благодаря гомологическим рядам археоциат А. Ю. Розанова. Сам принцип построения гомологических рядов был предложен выдающимся российским биологом **Н. И. Вавиловым**.

Археоциаты важны для расчленения кембрийских толщ, поскольку эти животные менялись в масштабах геологического времени довольно быстро и были распространены при этом весьма широко. Обнаруживая одинаковые комплексы остатков археоциат в разных

регионах земного шара, геологи могут сказать, что содержащие их отложения были сформированы примерно в одну и ту же геологическую эпоху, то есть имеют один и тот же возраст. Значимость археоциат состоит и в том, что они, как и современные кораллы, строили **рифы**, причем делали это, судя по всему, вместе с симбиотическими **водорослями**. Рифостроение происходит только в теплых тропических и экваториальных морях с нормальной соленостью. Поэтому находки археоциатовых рифов служат основой для **палеогеографических и палеоклиматических реконструкций**.

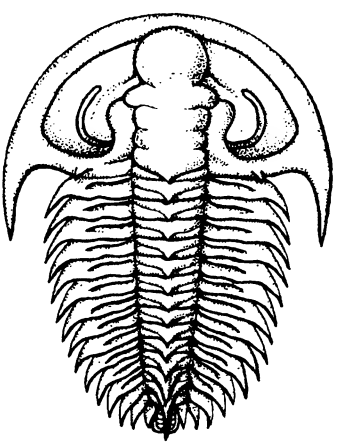
ТРИЛОБИТЫ — ВЛАСТИТЕЛИ РАННЕПАЛЕОЗОЙСКИХ МОРЕЙ

Накрапывал мелкий холодный сентябрьский дождик. Вечерело. Мы сидели в палатке, прихлебывая из прокопченных кружек крепкий чай. Снаружи еще догорал костерок, мерцающий в быстро надвигающихся сумерках.

В палатке было тесновато из-за полевого снаряжения, спрятанного в ней от дождя, но все же довольно тепло и уютно. Наш маленький лагерь стоял на поросшем высоким папоротником и черными ветлами небольшом острове, слева и справа от которого несла свои быстрые воды речка Лава, вздувшаяся от осенних дождей. Устроить лагерь на берегу не было никакой возможности: уступчатые ска-

листые берега, образованные выходами **ордовикских известняков,** подступали к самой воде. Кое-где обрывы перемежались с большими коническими осыпями из обломков известняка. Старые скалы в нижней части обрывов были покрыты пушистым мхом, на осыпях рыжели пожухшие к сентябрю травинки, а на высоких террасах начинались темные заросли ольхи и орешника.

Мы уже неделю лазали по обрывистым склонам, заглядывая в каждую расщелину и внимательно присматриваясь к обломкам известняка, рассыпанным тут и там на каменистых осыпях. В сероватых или зеленоватых с лиловыми пятнами известняках попадались части панцирей **трилобитов,** огромные цилиндрические раковины **головоногих моллюсков,** отдельные створки и даже целые раковины **брахиопод** и образовывавшие полусферические желвачки колонии **мшанок.** Изредка встречались окаменелые спиральные раковины **брюхоногих моллюсков,** попросту говоря, улиток, а еще реже мы наталкивались на состоящих из многочисленных табличек панцири **цисто-**



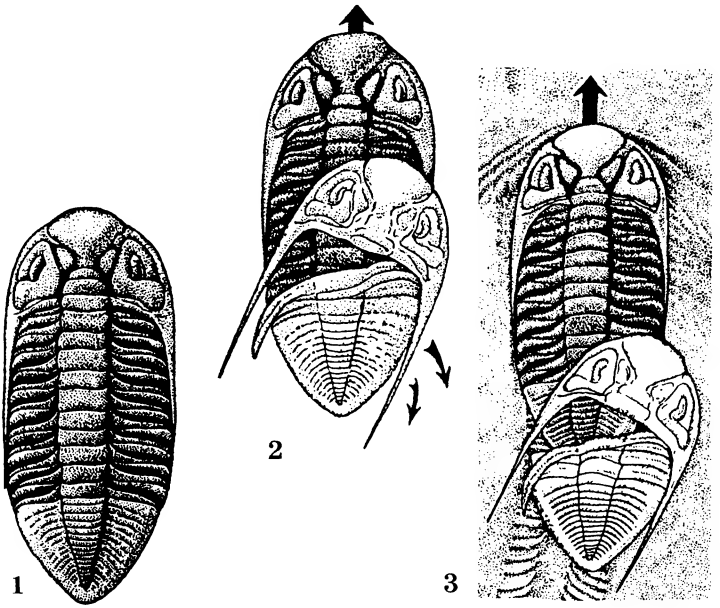
Кембрийский трилобит каллавия с длинными шиповидными щечными остроконечиями

идей, или **шаровиков** (так они называются в учебнике В. А. Догеля) — древних стебельчатых иглокожих.

Все эти существа четыреста восемьдесят миллионов лет назад зарывались в ил, сидели на подводных лужайках, проплывали в толще воды или просто ползали по илистому дну мелководного ордовикского моря, простиравшегося от Скандинавии до Новгородской области.

Собрать представительную коллекцию ордовикских окаменелостей в известняках, образовавшихся из окаменелого карбонатного ила, который накопился на дне этого моря, было довольно просто. Кишевшие на дне организмы часто попадали в захоронение и поэтому оставили после себя многочисленные окаменелости к вящему восторгу палеонтологов. Но вот найти целый панцирь трилобита в этих отложениях оказалось делом не простым...

Трилобиты — группа полностью вымерших в конце палеозоя ископаемых членистоногих, тело у которых состояло как бы из трех продольных лопастей. Под осевой частью располагалось собственно тело животного, а под двумя боковыми частями находились многочисленные ножки. В поперечном направлении трилобит также состоял из трех основных частей — головы, торакса (тела как такового) и хвоста, или пигидия. Трилобиты, как и все другие **членистоногие**, обладали наружным панцирем из хитиново-карбонатного вещества. Панцирь сохраняется обычно довольно хорошо, и после



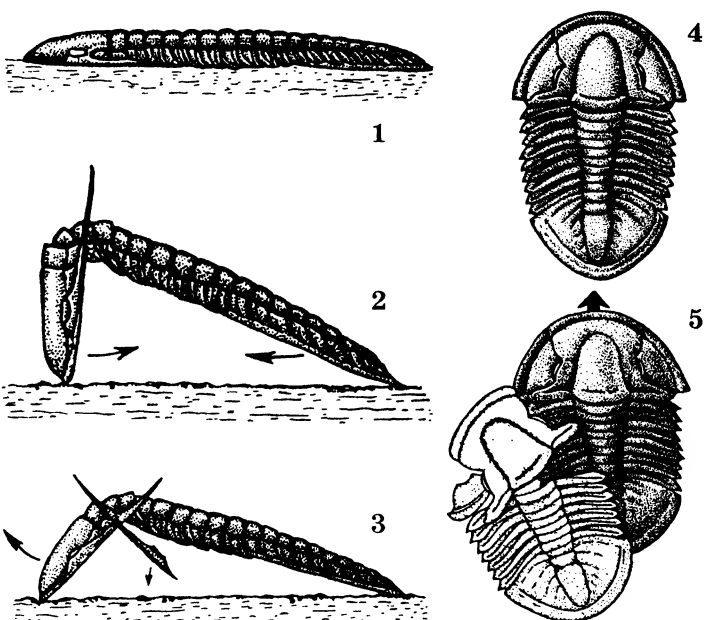
Последовательные стадии линьки ордовикского трилобита токсохасмопс (по: McNamara, Rudkin, 1984; с изм.)

окаменения приобретает очень красивый янтарный оттенок. Если к этому добавить, что многие трилобиты были крупных размеров (иногда в несколько десятков сантиметров длиной), имели эффектные шипы и другие элементы скульптуры, украшавшей головные и хвостовые щиты, а также хорошо развитые глаза, придающие их мордочкам очень трогательный вид, становится понятным, за что эту группу организмов так любят и профессионалы-палеонтологи, и любители-собиратели окаменелостей.

Сложность заключалась в том, что трилобиты по мере роста сбрасывали свой панцирь,

который тут же распадался на отдельные сегменты. Вот эти сегменты и попадаются в основном в нижнепалеозойских отложениях. Найти целый панцирь трилобита удается очень редко.

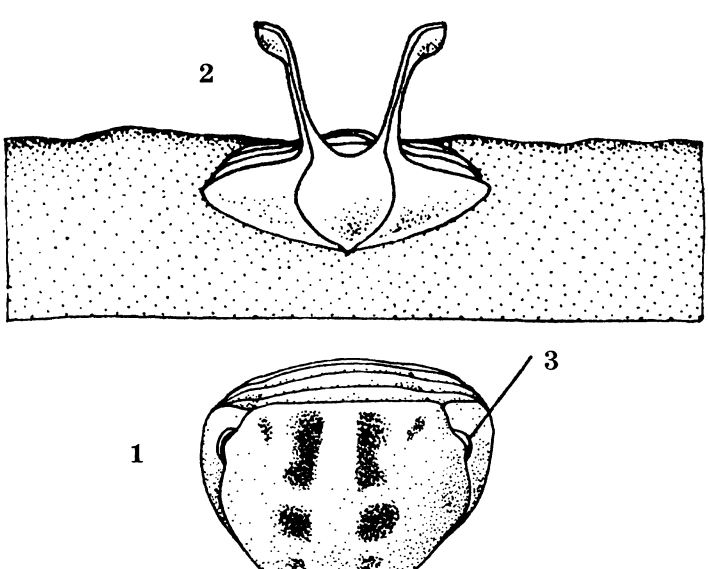
Сегодня на одном из каменистых уступов мне попалась на глаза поверхность большой плиты известняка, представлявшая собой погребенный когда-то под слоем ила участок древнего морского дна, сложенного относительно плотной породой. Геологи называют такие поверхности **«хардграундом»**, то есть



1–3 — основные стадии сбрасывания панциря при линьке кембрийского трилобита парадоксидес; 4, 5 — линька кембрийского трилобита азафискус (по McNamara, Rudkin, 1984, с изм.)

«твердым дном». Найденное мной окаменелое морское дно не было ровным. На его поверхности виднелась система сложно переплетавшихся удлиненных желваков неопределенной формы от пяти до десяти сантиметров в диаметре, то нырявших вглубь известняка, то петлявших по его поверхности.

Один из желваков расширялся, образуя округлую камеру, из края ее что-то торчало. Присмотревшись, я увидел часть хвоста крупного трилобита. Все стало ясно: переплетавшаяся система удлиненных желваков пред-



1 — ордовикский трилобит азафус Ковалевского, зарывшийся в субстрат и выставивший глаза на тонких стебельках для наблюдения за окружающим миром; 2 — ордовикский трилобит илленус с сохранившейся прижизненной окраской головного щита (3 — глаз)

ставляла собой заполненные породой ходы трилобитов, лазавших по поверхности илистого дна, там и тут зарываясь в него, чтобы спрятаться от хищников. Опустившись на колени, я достал зубило и, слегка постукивая по нему молотком, стал отделять отслаивавшуюся породу...

— Сережа, налей-ка еще чайку, тезка! — обратился я к своему напарнику, прислонившемуся к объемистому рюкзаку, поставленному в углу палатки. — Хочешь взглянуть на лучшую находку недели?

Я вытащил сверток и, развернув толстый плотный крафт, достал образец. На куске сероватого известняка распластался крупный пятнадцатисантиметровый трилобит с треугольным головным щитом и слегка поблескивавшим коричневатым панцирем. Старый **азафус** залез в свою норку в начале **ордовикского периода**, чтобы вновь увидеть свет через четыреста восемьдесят миллионов лет.

ГЛАЗА, ЩУПАЛЬЦА И КЛЮВЫ

Трилобиты были, без всякого сомнения, царями раннепалеозойских морей. По разнообразию видов и общей численности с ними никто не мог сравниться. Но и на панцирях **кембрийских** трилобитов, когда врагов у этих животных почти не было, иногда встречаются странные отметины, а то и страшные рваные раны. У **ордовикских** и **силурийских** три-

лобитов таких ран гораздо больше. Какой же хищник таился в зарослях водорослей, подстерегая проползавших мимо трилобитов?

В верхнекембрийских отложениях изредка попадаются окаменелые трубки с поперечными перегородками. Если вспомнить устройство раковины современного **наутилуса**, то можно обнаружить между ней и окаменелыми трубками из верхнего кембрия много общего. Раковина разделена на камеры прямыми или слабо изогнутыми поперечными перегородками (септами). В каждой перегородке расположено отверстие, сквозь которое проходил сифон. Он представлял собой эластичную трубку, по которой в камеры подавался газ, придававший раковине положительную плавучесть. Единственное различие заключается в общей форме раковины: раковина наутилуса спирально свернута, а раковины кембрийских **наутилоидов** были только слегка согнутыми.

Всякие сомнения в том, что таинственные верхнекембрийские трубки принадлежали древним **головоногим моллюскам**, отпали. Однако головоногие — это не просто еще одна новая группа среди ошеломляющего разнообразия кембрийской жизни. Можно сказать, что это появление новой жизненной стратегии. Не зря известный натуралист Игорь Акимушкин назвал современных головоногих «приматами моря». Возможность быстро перемещаться в толще воды, используя, с одной стороны, обтекаемую раковину и, с другой

стороны, принцип реактивного движения с выбросом мощной струи воды из специальной мускульной воронки, сделала их самыми активными пловцами, не имевшими конкурентов в раннепалеозойских морях. Если добавить к этому совершенные органы зрения, сильные и ловкие щупальца, которыми можно было схватить и удерживать добычу, а также острый хищный клюв, способный прокусить даже прочный панцирь трилобита, то станет ясно, кто именно омрачал райскую жизнь кембрийских трилобитов.

В **ордовике** и **силуре** появилось огромное количество хищных головоногих с раковинами различной формы (от прямых и слабо изогнутых до спиральных), ведь недостатка пищи у них не было. Среди ордовикских наутилоидей встречались гигантские формы с раковинами до нескольких метров в длину. Были найдены раковины с сохранившимся рисунком на одной из сторон. Рисунок состоял из продольных или поперечных зигзагообразных полос. То, что он располагался только на одной стороне раковины, указывает на горизонтальную ориентацию тела животного при жизни. Такая окраска нужна организму для маскировки. Можно, крадучись, подплыть к жертве, поскольку светлоокрашенную нижнюю сторону раковины труднее заметить снизу на фоне мерцающей поверхности воды. Однако и трилобиты научились защищаться. У них развилась способность свертываться, подставляя противнику

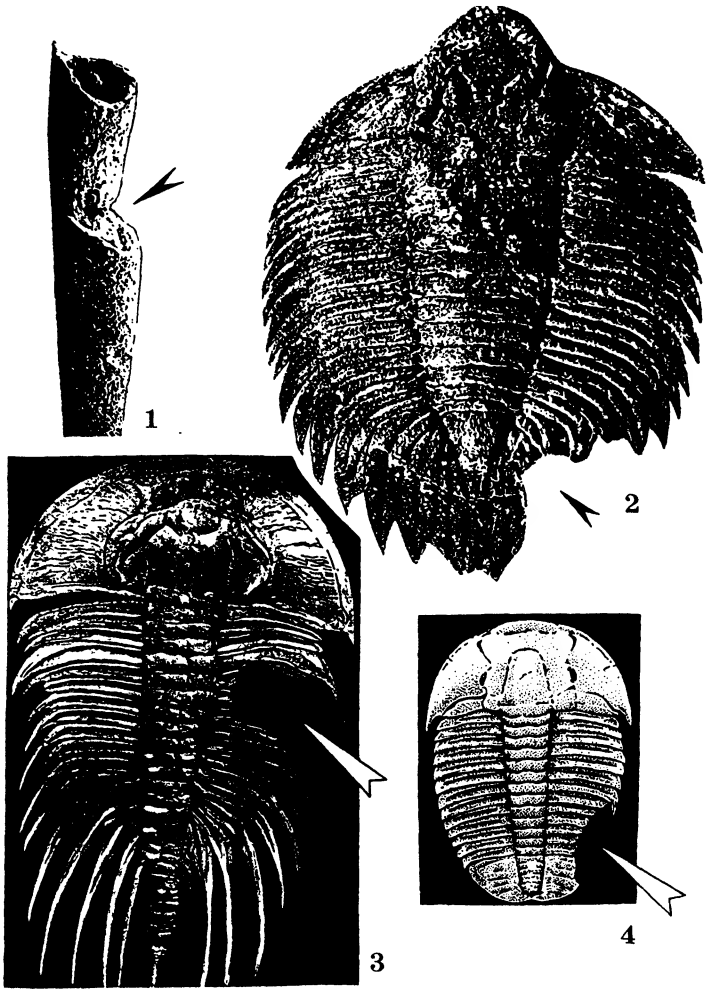
Один из хищных головоногих моллюсков ордовикского периода, относящийся к роду циртоцерас. Справа на дне лежат брахиоподы (плеченогие), раковины которых отдаленно напоминали двустворчатых моллюсков (у двустворок плоскость симметрии проходит между створками, а у брахиопод — через створки); на выступе скалы лежит морская звезда рода хадсонастер. На заднем плане показан окаменелый фрагмент раковины головоногого моллюска

Сцена на дне силурийского моря. Головоногий моллюск михелиноцерас (раньше этих головоногих относили к роду «ортоцерас») напал на проплывавшего мимо древнего представителя бесчелюстных — агнат, относящегося к роду цефаласпис. Возможно, цефаласпису удастся спастись: его выручат прочная головная броня и чешуи, прикрывающие хвост

спину, покрытую панцирем. Панцирь у ордовикских и силурийских трилобитов стал толще и прочнее.

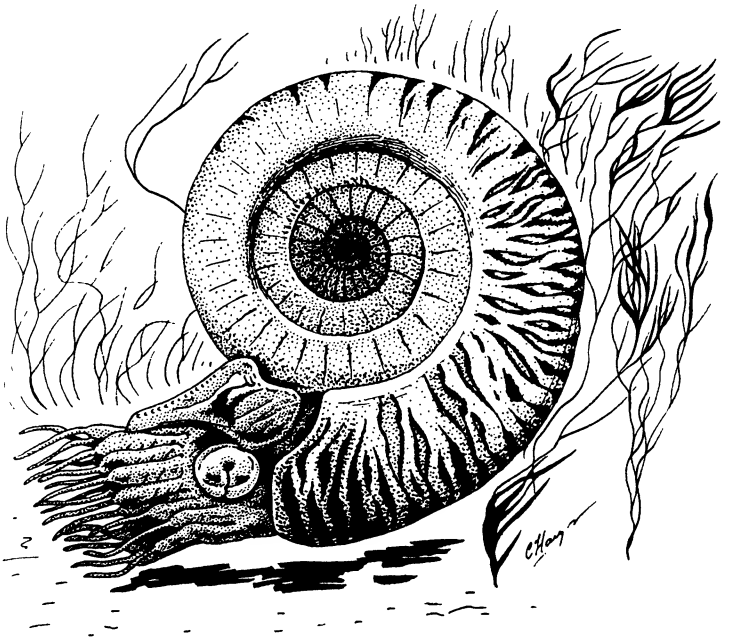
Палеонтологи **Л. Бэбкок** и **Р. Робинсон** из Канзасского университета, расположенного в американском городке Лоренц, где, кстати, находится штаб-квартира Американского палеонтологического общества, собрали в музейные коллекции и изучили около полутора сотен экземпляров трилобитов с повреждениями панцирей, полученными при жизни. Оказалось, что большинство ран было приблизительно одинаковой формы и они идеально подходили под размер и форму клювов древнейших головоногих. Но самое удивительное заключалось не в этом. Почти семьдесят процентов ран располагались на правой стороне тела, ближе к хвосту. Враг, настигавший трилобита в погоне, явно предпочитал атаковать справа. У человека правая сторона также развивается лучше, что связано с асимметричным развитием полушарий головного мозга. В правой руке человек держит карандаш, различные инструменты, этой же рукой он может сжимать оружие. Оказывается, и у древних «приматов моря» было что-то похожее...

Как это ни удивительно, около 340 миллионов лет назад в теплом мелководном море, раскинувшемся почти по всей территории Европейской России, жили родственники наутилусов, обитающих сейчас только в тропических морях. Показанный на рисунке пред-



Панцири различных животных со следами прижизненных повреждений (указаны стрелками). 1 — трубчатая раковина кембрийского моллюска хиолителлус (по: МакМенамин, 1987); 2 — панцирь силурийского трилобита актинурус Болтона; (по: Babcock, 1993); 3 — панцирь кембрийского трилобита оленеллус робсонензис (по: МакМенамин, 1987; с изм.); 4 — панцирь кембрийского трилобита элрафия

ставитель наутилоидей, а проще говоря, родственник современного наутилуса помпилиуса, относится к виду **дисцитес гигас**, описанному палеонтологом **М. Цветаевой**. Остатки довольно крупных спиральных раковин дисцитесов, достигающих 40 сантиметров в диаметре, найдены в нижнекаменноугольных отложениях под Серпуховом (Московская область). В этом каменноугольном море встречались и другие наутилоиды, например крупные **эндолобусы** с широкой, как бы вздутой спиральной раковиной, шипастые или «рогатые» **москвоцерасы** и похожие на шар **эфиппиоцерасы**.



Наутилоид дисцитес гигас

СТЕБЕЛЬЧАТЫЕ ИГЛОКОЖИЕ

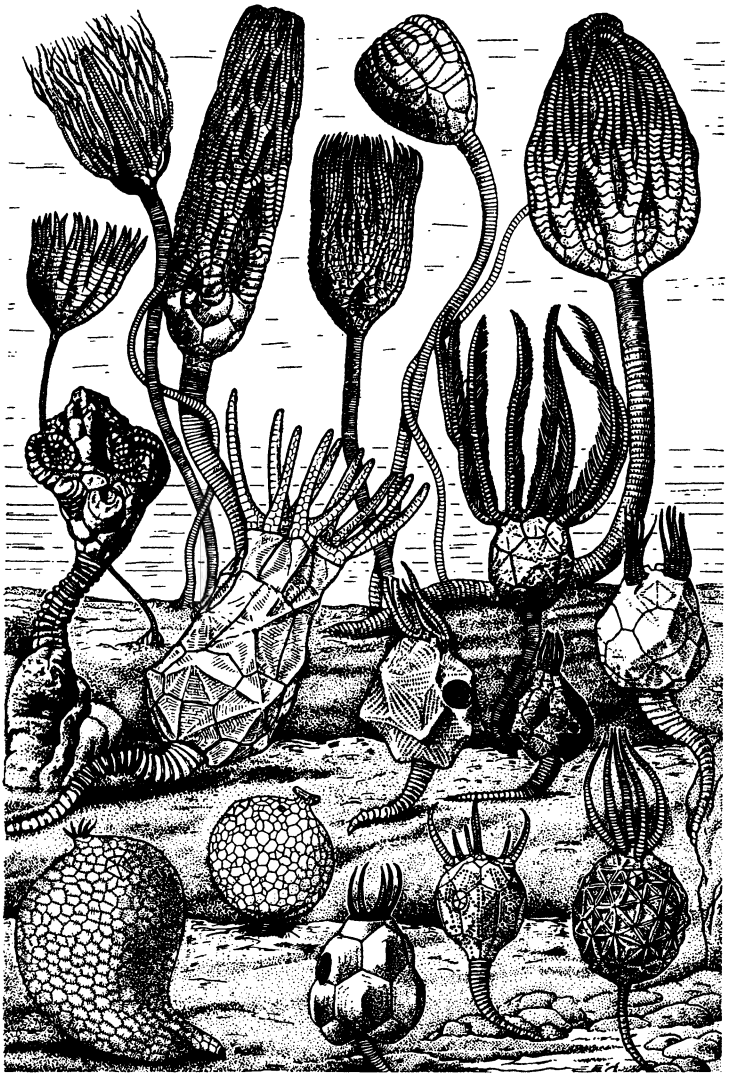
Среди морских беспозвоночных **палеозоя**, обитавших на дне древних морей, особое место занимают **иглокожие**.

Во-первых, о них стоит поговорить подробнее, потому что они, можно сказать, наши двоюродные братья. Несмотря на внешнюю непохожесть, древнейшие **хордовые**, то есть наши прямые пращуры, произошли от общего предка с иглокожими, причем эволюция обеих групп на первых порах шла в близких направлениях. Среди раннепалеозойских иглокожих из группы **карпоидей** («морских плодов») известны формы с отчетливой билатеральной (двусторонней) симметрией теки (панциря), обособленными передним и задним концами тела и предполагаемыми органами движения, отдаленно напоминающими щупальца, хвосты и плавники. Эти животные, скорее всего, были приспособлены к медленному передвижению по морскому дну. Они копались в иле, вылавливая из него органические частицы и мелких донных организмиков. Сходный образ жизни вели и древние хордовые из группы **бесчелюстных** (например, **цефаласпис**).

Во-вторых, появление иглокожих и их быстрая радиация или появление многочисленных линий развития с образованием многих новых форм имело огромное значение для становления особых подводных ландшафтов. Мягкое те-

ло иглокожих, как современных, так и ископаемых, заключено в панцирь, состоящий из отдельных сегментов, табличек, игл (отсюда, собственно, и происходит название «иглокожие») и других скелетных элементов. После смерти животного панцирь распадается на составляющие его иголки и таблички. Накапливаясь на морском дне, эти таблички образуют целые прослои. Дно, первоначально мягкое и илистое, становится за счет накопления остатков панцирей иглокожих более плотным, твердым, тем самым **«хардграундом»**, о котором мы уже упоминали. На таком твердом дне могут селиться уже другие организмы, нуждающиеся в твердом субстрате для прикрепления или заякоривания. Из таких организмов можно назвать многих представителей **двустворчатых моллюсков, брахиопод, кораллов**, тех же иглокожих, а также различных **водорослей**. С появлением хардграундов жизнь на морском дне становится более разнообразной и многочисленной.

В верхнекаменноугольных известняках Подмосковья нередко встречаются целые слои известняков, сложенные частицами скелетов древних иглокожих, прежде всего, **морских лилий**, или **криноидей**. На свежем сколе известняка эти разрозненные части обычно ярко блестят, поскольку при уплотнении осадка они перекристаллизуются, преобразовываясь в монокристаллы кальцита, повторяющие форму первоначальных скелетных элементов панциря морской лилии.



Различные ископаемые представители стебельчатых иглокожих (форма крон по: Циттель, 1934, с изм.). На переднем плане слева направо: эхиносфера, ордовик Западной Европы; эхиносферитес, ордовик Прибалтики (в России встречается в Ленинградской области); глафи-

роцистис, ордовик Эстонии; хемикосмитес, ордовик Ленинградской области; кариоциститес, ордовик Западной Европы; справа (сидит на камне) — хирокринус пеннигер, ордовик Эстонии.
На среднем плане слева направо: эуспирокринус, силур острова Готланд, Прибалтика; хирокринус инсигнис, ордовик Ленинградской области; эхиноэнкринитес; ордовик Ленинградской области; кариокринус, силур Северной Америки; эхиноэнкринус, ордовик Ленинградской области.
На заднем плане слева направо: ихтиокринус, силур Северной Америки; лекутокринус, девон Западной Европы; циатокринус, силур острова Готланд, Прибалтика; таксокринус, карбон Северной Америки

Панцирь морских лилий состоит из трех основных отделов: стебля, с помощью которого животное прикрепляется к субстрату, чашки (или, иначе, теки), как правило, округлой формы, в которой заключаются все основные органы животного, и рук, с помощью которых криноидея улавливает из толщи воды пищевые частицы. Подмосковные верхнекаменноугольные известняки состоят, в основном, из отдельных сегментов («члеников») стеблей морских лилий. Их легко узнать по округлой или сплюснуто-цилиндрической форме, радиально-ребристой поверхности сочленения с маленькой круглой или пятиугольной дырочкой в центре. Таким образом, криноидеи — еще и важные породообразователи, из члеников стеблей которых почти нацело состоят **криноидные известняки.**

Чашки с руками морских лилий в ископаемом состоянии встречаются неизмеримо реже, чем отдельные членики или даже части стеблей. Тем не менее иногда на поверхности древ-

них хардграундов или в глинистых прослоях между ними палеонтологам попадаются удивительные по своей красоте окаменелые кроны морских лилий. Такие образцы очень высоко ценятся и у специалистов, и у любителей палеонтологии — коллекционеров окаменелостей.

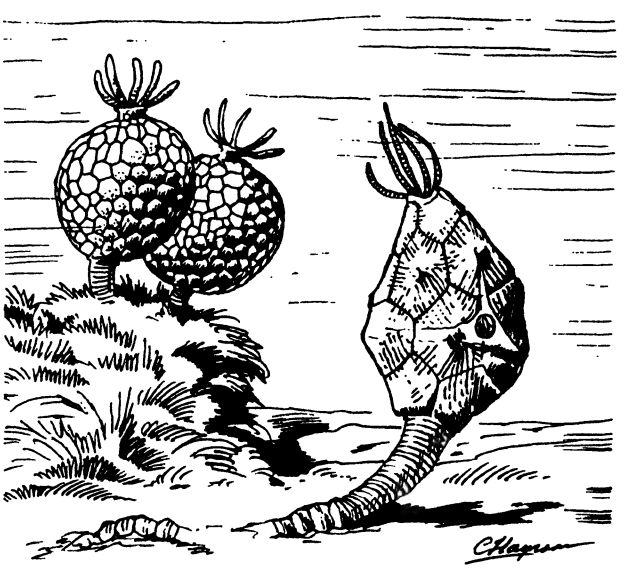
В тех же каменноугольных известняках Подмосковья, обнажающихся в карьерах у городов Домодедово, Подольск и Воскресенск, имея большое желание, терпение и настойчивость, можно найти экземпляры криноидей прекрасной сохранности. Чаще всего попадаются чашки и даже целые кроны морских лилий родов **кромиокринус, дикромиокринус** и **муреокринус**, реже — **пегокринусы и московикринусы** с длинными ветвящимися руками, и совсем уж в исключительных случаях можно найти крупных эффектных **синерокринусов** и **синифрокринусов**, а также еще неописанных лилий с лопастевидными шипами на вздутых анальных мешках.

Вместе с остатками морских лилий в карбоне Подмосковья встречаются их симбионты. Прямо на чашках морских лилий жили **брюхоногие моллюски**, относящиеся к роду **платицерас**. Платицерасы присасывались к анальному мешку криноидеи и питались плохо переваренными остатками пищи хозяина. Такие симбиотические отношения биологи называют комменсализмом.

Вообще говоря, существует три разновидности симбиоза (тесного сосуществования организ-

мов): мутуализм («мне хорошо и тебе хорошо»), комменсализм («мне хорошо, а тебе все равно») и паразитизм («мне хорошо, а тебе плохо»).

Находки фрагментов стеблей и отдельных члеников стеблей морских лилий удивительно правильной формы нередко приводят к досадным недоразумениям. Так, например, однажды солидный научно-популярный журнал «Затерянный мир» (2001 год, № 8—9, с. 38—40) опубликовал статью Вадима Черноброва, озаглавленную «Болт — ровесник динозавров». В статье рассказывается о находке «ископаемого болта», сохранившегося в окаменелом виде в куске окремненного известняка. Автор статьи размышляет о том, с чем же он столкнулся: с деятельностью инопланетян, протоцивилизации или даже цивилизации будущего (?). А отгадка весьма проста: на помещенной в статье фотографии изображен фрагмент стебля всё той же морской лилии. Правда, само вещество, из которого состояли членики стебля (карбонат кальция), выщелочилось или растворилось, а сохранился лишь внутренний канал стебля, заполненный породой. Этот канал окружен пустотой в матриксе, оставшейся от растворенных члеников. Внешне этот слепок канала действительно напоминает болт с резьбой. Этот пример весьма показателен в отношении истинной природы различных «доказательств» несостоятельности геологической летописи, которыми любят жонглировать креационисты.



Стебельчатые иглокожие из группы цистоидей на дне мелководного ордовикского моря. Слева на возвышении два эхиносферитеса аурантума с шарообразными панцирями, состоящими из небольших многоугольных пластинок; справа лежит на дне эхиноенкринитес, заякорившийся в грунте с помощью длинного стебля, также относящийся к цистоидеям (шаровикам)

Морские лилии появляются в морях Земли в **ордовикском** периоде, но и до их появления в раннепалеозойских морях уже существовали целые «подводные сады», состоявшие из предшественников криноидей — других стебельчатых иглокожих: **шаровиков (цистоидей)**. Многочисленные сферические панцири шаровика **эхиносферитеса аурантума** встречаются в нижней части среднеордовикских отложений,

обнажающихся в Ленинградской области, например, по берегам реки Волхов. Отдельные чашки цистоидей можно найти в нижнепалеозойских отложениях на Урале, в Сибири и других районах нашей страны. В девонском периоде к цистоидеям и криноидеям присоединились **бластоидеи (морские бутоны)**. Криноидеи, цистоидеи и бластоидеи, как и другие представители иглокожих, могли существовать только в нормально соленой морской воде, поэтому их остатки важны для **палеоэкологических реконструкций**, в частности, для восстановления условий солености древнего бассейна.

По мере эволюционного развития разных групп стебельчатых иглокожих четко обозначилась важная тенденция: наиболее древние формы имели крупные чашки (теки), состоявшие из многочисленных, но практически одинаковых табличек. Стебли и руки были слаборазвитыми. Но с течением времени стебли и руки становились все более и более мощными и сложно устроенными, а чашки, напротив, уменьшались в размерах, причем количество табличек в чашках сокращалось и они начинали дифференцироваться, образуя несколько рядов (циклов) разного строения.

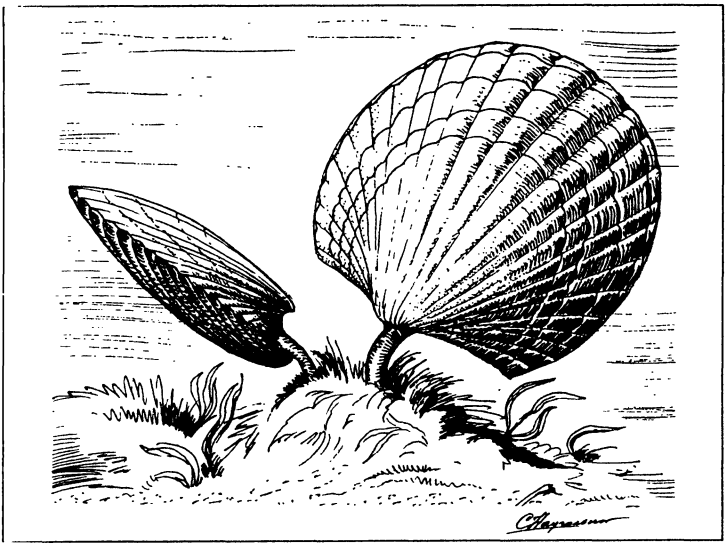
В современных морях морские лилии занимают, в общем-то, малозаметное место. Многие палеозойские семейства не пережили **границу перми и триаса**, другие вымерли в **мезозое**. Подавляющее большинство совре-

менных морских лилий представлено некрупными бесстебельчатыми видами, но и они поражают великолепием и изяществом своей формы и окраски, являясь настоящим украшением коралловых рифов.

В ПОДВОДНЫХ ОРАНЖЕРЕЯХ

Давайте попробуем взглянуть на мир мелководного и теплого ордовикского моря. На первый взгляд картина довольно мирная. Дно, покрытое мягким карбонатно-глинистым илом, слабо мерцает в лучах солнца, проникающих сквозь толщу воды. Тут и там колышутся водоросли, образующие пышные оазисы на морском дне. В отдалении заметны сферические панцири **шаровиков (цистоидей)**, относящихся к роду **эхиносферитес**. Там, где остатки панцирей уже умерших эхиносферитов, рассыпаясь на отдельные таблички, образуют более плотное дно, поселились колонии **мшанок-трепостомат** полусферической формы, а рядом с ними видны двустворчатые раковины **брахиопод** с хорошо развитыми радиальными ребрами. Эти относительно примитивные представители брахиопод относятся к виду **ортис каллиграмма**.

Брюшная раковина этого широко распространенного в ордовикских морях вида брахиопод немного превышала по размерам спинную, поскольку именно в ней располагалась большая часть тела животного. С помощью специ-



Ортис каллиграмма

альных рук ортис нагнетал в раковину воду, отцеживал из нее мелкие питательные органические частички, а затем выталкивал воду обратно, как делают практически все организмы-фильтраторы. Прикреплялся ортис к субстрату с помощью мускулистой ноги, которая также помогала ему немного менять положение раковины по отношению к направлению течения для более эффективного фильтрования воды.

На илистом дне видна дорожка следов, слегка напоминающих отпечатки гусениц танка. Кто же их оставил? Ага, вот и сам хозяин. Правда, полностью его не видно. Это **трилобит азафус Ковалевского** с глазами на длинных стебельках, высунутыми из ила. Сам трилобит зарылся в ил, стараясь от кого-то спрятаться.

Внезапно в зеленовато-голубой толще воды, пронизанной солнечными лучами, мелькает большая тень. Это пронесся над притаившимся азафусом хищный **головоногий моллюск михелиноцерас** с затейливым рисунком на раковине, образованным чередующимися светлыми и темными полосами. Другой головоногий моллюск — **циртоцерас** — со слегка изогнутой роговидной раковиной копается в водорослях, пытаясь поймать юрких мелких трилобитов родов **плиомера** и **илленус**. Ловкий бросок — и в подводной оранжерее поднялось мутное облако. В щупальцах циртоцераса корчится, сворачиваясь в бронированный шиповатый шар, еще один трилобит — **цибель**. Циртоцерасу он явно не по вкусу, и хищник отплывает в сторону, выпуская неудобоваримую добычу. Ничего, на илистом дне много следов, и каждый из них ведет к хозяину-трилобиту. Поэтому циртоцерас не останется голодным в наполненных жизнью водорослевых лугах ордовикского моря.

У основания водорослей копается в грунте в поисках пищевых частиц какое-то маленькое, никем не замеченное существо, отдаленно напоминающее рыбку с полупрозрачным телом. Кто это?

ПОЯВЛЕНИЕ ПРЕДКА

За несколько миллионов лет до начала **ордовикского периода** в морях появилось забавное существо. Его предки когда-то вели мало-

подвижный образ жизни и отцеживали органику из морской воды, втягивая ее в одно отверстие и выбрасывая через другое. Однако у свободноживущих личинок этих существ появился очень важный признак, сыгравший поистине революционную роль в истории жизни на Земле. У этих личинок в теле образовалась хорда — длинный хрящевой тяж, помогавший личинке направленно двигаться в толще воды. Затем произошло еще одно важное событие. Личинки научились размножаться, не переходя во взрослую (сидячую) стадию своей жизни. Так возникли первые **хордовые**.

Палеонтологически документированная история хордовых (к которым относятся позвоночные животные, то есть и человек) начинается со среднего **кембрия**. Из отложений этого возраста была описана **пикайя**, существо, уже почти ничем не отличавшееся от современного **ланцетника**, реликтового представителя группы **бесчерепных**, лежавшей в основании всего древа хордовых. Пикайя обладала небольшим веретеновидным телом с тонким плавничком, плавно переходящим в хвост. У нее была и голова, правда, пока еще очень слабо обособленная, с выростами в виде щупалец. Рядом с головой располагались жаберные щели (почти как у настоящих рыб). Само тело было разделено на сегменты, образованные поперечной мускулатурой, волнообразные сокращения которой помогали животному плавать. Пикайя — это уже довольно

хорошо оформленный организм, свидетельствующий о том, что истинная история хордовых могла уходить к началу кембрия, а может быть, и еще глубже в прошлое.

ЗНАЕТЕ ЛИ ВЫ ЧТО?

В нижнем кембрии Гренландии было обнаружено удивительное существо, названное халкиерией. Халкиерия обладала уплощенным червеобразным телом, покрытым мелкими чешуйчатыми пластинками — склеритами. На одном конце тела халкиерии располагался щиток, очень напоминающий створку раковины брахиоподы, а на другом конце — щиток, сходный с раковиной двустворки. К какой же группе отнести это загадочное животное — до сих пор непонятно.

Самые крупные представители трилобитов достигали без малого метровой длины, а самые мелкие — не превышали трех миллиметров. Гигантский трилобит изотелус рекс, достигавший в длину 70 сантиметров, недавно был описан из верхнеордовикских отложений Северной Америки.

В среднекембрийских сланцах Берджес, обнажающихся в национальном парке Йохо (Канада), были найдены остатки древнейшего хордового животного, очень сходного с современным ланцетником. Это животное было названо пикайей.

ШТУРМ КОНТИНЕНТОВ

ЗОНА СМЕРТИ

В течение многих десятков и сотен миллионов лет берег, открывавшийся за полосой прибоя, был для обитателей водной среды зоной смерти. И в **протерозое**, и, скоре всего, в начале **палеозоя** суша была безжизненной. Жизнь существовала только в океанах и морях первобытной Земли. Безжалостные солнечные лучи со смертельной радиацией, еще не ослабленной озоновым экраном, сухой жаркий ветер, приводящий к иссушению организма, жесткий каменистый субстрат, отсутствие пищи — все это представляло смертельную угрозу для любого существа, даже самого примитивного и невзыскательного, дерзнувшего покинуть родную водную стихию.

ПЕРВЫЕ КОЛОНИСТЫ

Однако у самой кромки воды на берегу имелась узкая полоса, которая периодически заливалась водой во время прилива. Здесь, да еще там, куда долетали брызги самых высоких волн, появились первые переселенцы — **бактерии**, приспособленные к экстремальным условиям жизни. Видимо, озоновый экран к этому времени уже появился вследствие активной жизнедеятельности фотосинтезирующих **цианобактерий** — строителей **строматолитов**, о которых мы уже говорили. Поколения бактерий, а затем и низшие **водоросли**, возможно, совме-

стно с **лишайниками** и примитивными **грибами** образовывали первые наземные сообщества, медленно проникавшие все дальше и дальше в глубь суши, питаясь водой, попадавшей на землю в виде осадков. Многие из них, видимо, научились запасать воду в губчатых тканях своего тела, как это делают некоторые современные грибы и лишайники.

Жизнедеятельность этого первого наземного сообщества привела к изменению свойств субстратов, на которых селились колонии наземных бактерий, грибов, водорослей и лишайников. Под действием ризоидов, с помощью которых наиболее высокоорганизованные из этих организмов закреплялись на грунте, а также за счет выделявшихся ими продуктов обмена веществ минеральные субстраты начали разрушаться, становясь более рыхлыми. Остатки погибших организмов насыщали эти измененные субстраты органическим веществом. Так на суше появились первые почвы, или, скорее, **предпочвы.**

СУША ЗЕЛЕНЕЕТ

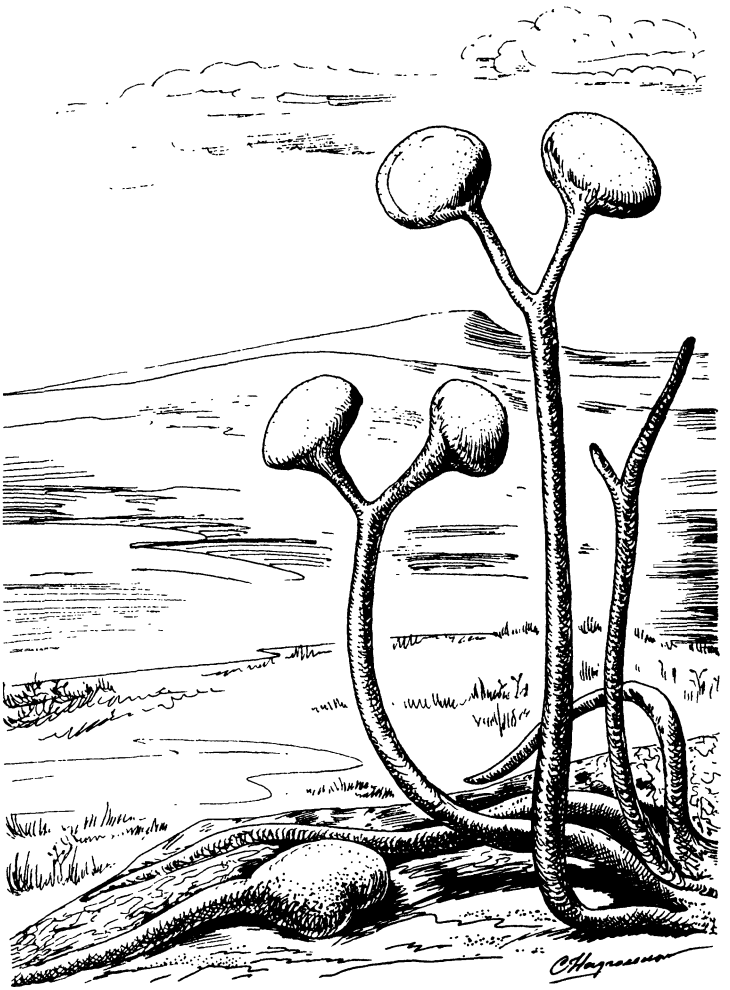
Есть почва — значит, есть откуда получать жизненно необходимые вещества растениям, более высоко организованным, чем раннепалеозойские водоросли. Но самих растений, способных расти и размножаться в суровых условиях суши, еще не было. Живым организмам еще предстояло сделать этот шаг.

Среди водорослей, рассматривавшихся в качестве кандидатов на роль предков высших растений, особое место занимают **зелёные водоросли**, или хлорофиты. У некоторых из наиболее продвинутых в эволюционном отношении зеленых водорослей слоевище, или таллом, уже напоминает примитивную листовую пластинку. Кроме этого у них намечается разделение слоевища на ткани, правда, еще очень эфемерное. И самое главное: они содержат в клетках фотосинтезирующие органеллы — хлоропласты, идентичные хлоропластам высших растений. Поэтому подавляющее большинство палеоботаников считают предками высших растений зеленые водоросли.

Основные приспособления, необходимые высшим растениям для жизни на суше, можно пересчитать по пальцам. Во-первых, необходимо иметь покровные ткани — эпидермис и покрывающую его плотную кутикулу. Они нужны для предохранения растения от высыхания. Во-вторых, нужны проводящие ткани для передвижения необходимых веществ по побегам растения. В-третьих, нужны специальные отверстия в эпидермисе — устьица — для газообмена.

Все эти приспособления впервые появляются у наиболее примитивных высших растений, которые долгое время назывались **псилофитами**, но затем были переименованы в **риниофиты**, или **проптеридофиты**. Наиболее древние проптеридофиты известны из силурийских от-

ложений. Они относятся к роду **куксония** и представляют собой маленькие, до пяти сантиметров длиной, тонкие побеги, раздваивающиеся у верхушки. На концах побегов куксонии

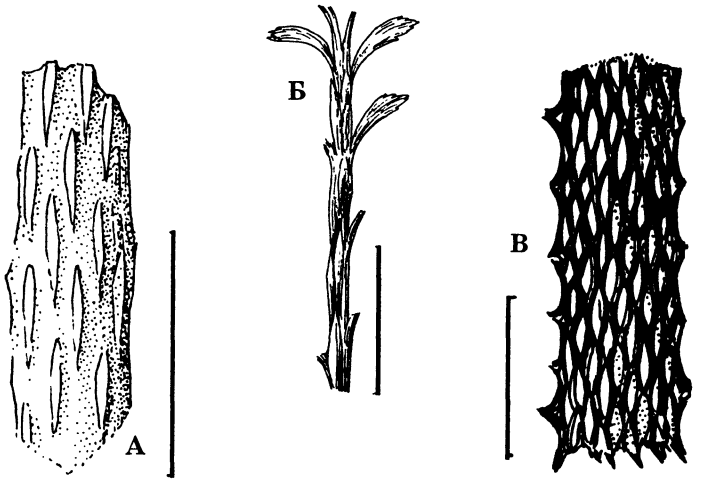


Куксония крассипаретилис.
Длина масштабной линейки — 1 см

располагались округлые или грибовидные спорангии, в которых вызревали споры.

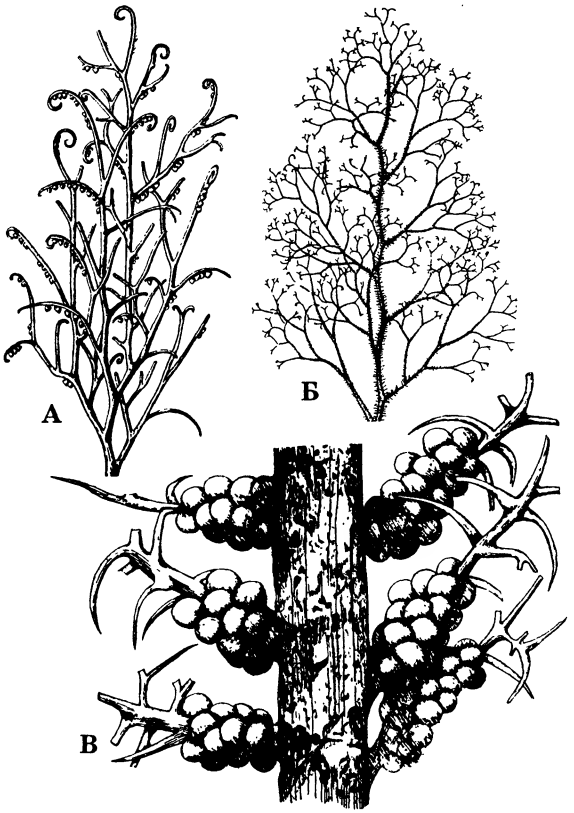
Вид **куксония крассипаретилис** описан палеоботаником **А. Л. Юриной** в 1964 году. Ископаемые остатки этой куксонии были найдены в **нижнедевонских отложениях Центрального Казахстана**, недалеко от Караганды. Рассматривая рисунок, обратите внимание на очень простое строение этого растения: однократно дихотомирующие (вильчато разделяющиеся) безлистные побеги с одиночными эллиптическими спорангиями, сидящими на концах веточек. Самые древние куксонии известны из **силурийских отложений**.

Известны и более древние окаменелости, напоминающие высшие растения. В середине двадцатого века чешский палеоботаник **Иржи Обрхел** обнаружил в **ордовикских отложениях** побеги с листьями, очень напоминавшие остатки наземных растений. Он отнес их к новым родам и видам **крейциелла Путцкера** (это растение отдаленно напоминало **плауновидное**) и **бойофитон пражский** (что-то среднее между **листостебельным мхом** и побегом плауна). Однако очень многие палеонтологи считают природу описанных Обрхелом окаменелостей недоказанной. Из **кембрия** Сибири описано еще одно загадочное растение — **алданофитон**, также слегка напоминающее остатки плауновидного. К сожалению все эти находки нельзя с уверенностью причислить к достоверным высшим растениям.

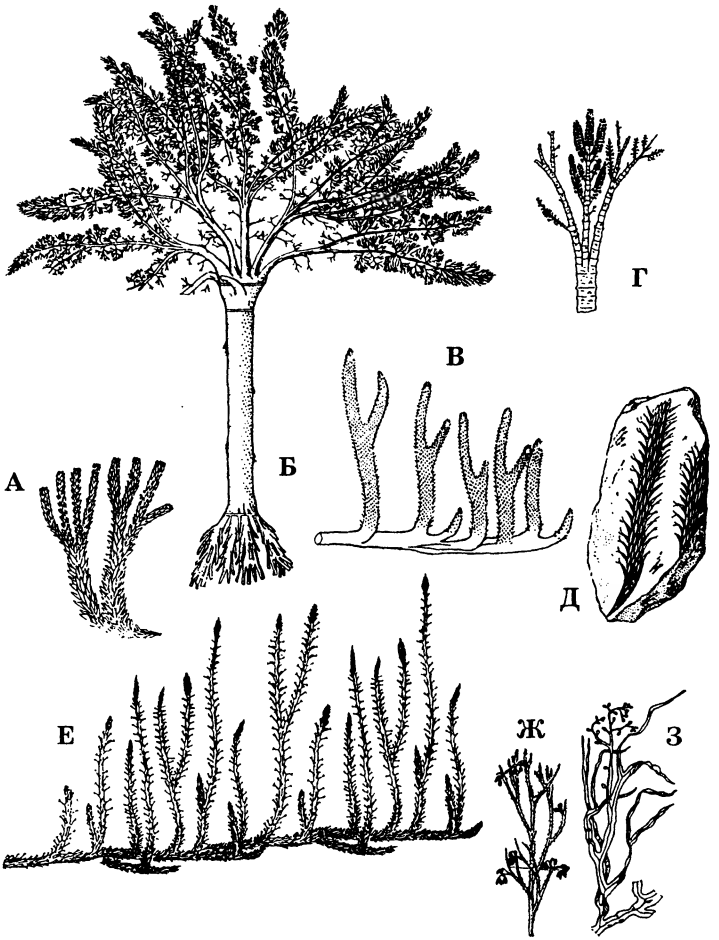


Проблематичные остатки, которые, возможно, принадлежат древнейшим наземным растениям. А — крейциелла Путцкера, отдаленно напоминающая слепок побега плауновидного растения; найдена крейциелла в ордовикских отложениях Чехии, в местечке Дольни Либок, и описана в 1966 году Иржи Обрхелом; Б — бойофитон пражский, углефицированный отпечаток побега которого был найден в ордовикских отложениях в окрестностях Праги (село Вокович); бойофитон был описан тем же Иржи Обрхелом в 1959 году (А, Б — рисунки по фотографиям, опубликованным в: Obrhel, 1959, 1966); В — схематичное изображение побега алданофитона из нижнекембрийских отложений Сибири. Длина масштабной линейки — 1 см

В конце силура и начале девона разнообразие проптеридофитов резко возросло. Появилось много новых форм, производных от первоначально очень простых голых побегов со спорангиями на верхушках веточек. Одни виды пошли по пути усложнения побега за счет увеличения числа повторных ветвлений, у других появились эмергенцы — шипообразные колючки, образованные выпячиванием



Примитивные споровые растения из девонских отложений. А — гослингия кордиформис с голыми побегами, закрученными на концах в спираль (для защиты молодых тканей в зонах роста), видны округлые спорангии, сидящие по одному на нижней части побегов; Б — «псилофитон» бурнотензе с колючими повторно дихотомирующими побегами; В — караганделлa Кабанова со скоплениями спорангиев в основании шипообразных боковых выростов. Караганделлa первоначально была описана А. Л. Юриной из девонских отложений Центрального Казахстана, но впоследствии остатки этого же растения вместе с его генеративными органами были найдены профессором Х.-И. Швайцером (Германия) в девоне Китая, в формации Хуанинг (по Schweitzer, 1979, 1987; публикуется с любезного разрешения Х.-И. Швайцера)



Различные представители споровых растений девонского периода. А, В, Д, Е — представители древних плауновидных растений со стелющимися по субстрату побегами и еще не дифференцированными спороносными органами; Б — прапапоротник рода псевдоспорохнус, одно из первых древовидных растений; Г — другой прапапоротник, относящийся к роду каламофитон, с членистыми побегами; каламафитон, возможно, был родственником предков членистостебельных; Ж, З — проптеридофиты саудония и тэниокрада

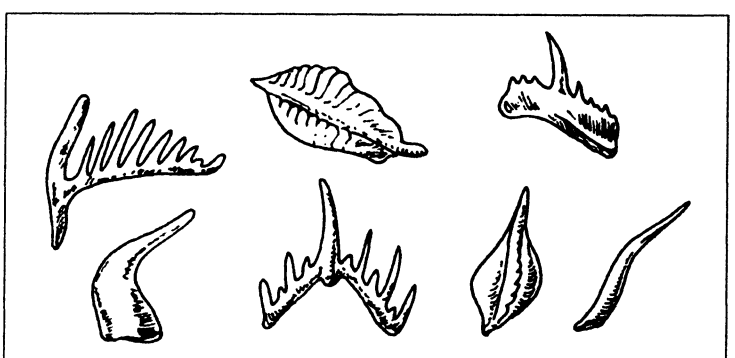
эпидермиса (к листьям они никакого отношения не имеют), у третьих спорангии стали собираться в группы на концах побегов, отдаленно напоминая более совершенные специализированные органы размножения растений, сменивших пропетридофитов в тогда еще отдаленном будущем. Все эти разнообразные проптеридофиты, вместе с уже присутствовавшими на суше лишайниками, низшими грибами и водорослями образовали прибрежные заросли, куда и направились первые колонисты-животные.

Из водных животных, способных выдержать экстремальные условия жизни на суше, в первую очередь следует назвать членистоногих. У этой группы организмов очень плотные наружные покровы. Они представляют собой настоящий панцирь, который мог сыграть роль своеобразного скафандра при путешествии в безводном пространстве. Членистоногим явно было ради чего рисковать. Прежде всего их привлекал богатый полезными веществами перегной первых почв. В качестве ценного пищевого ресурса можно было использовать ткани первых наземных растений, в том числе и их генеративные органы, богатые белками и углеводами. Немаловажно и то, что на суше тогда еще не было хищников. Потому-то и ринулись в прибрежные заросли проптеридофитов осваивать новые экологические ниши предки теперешних скорпионов, многоножек и насекомых.

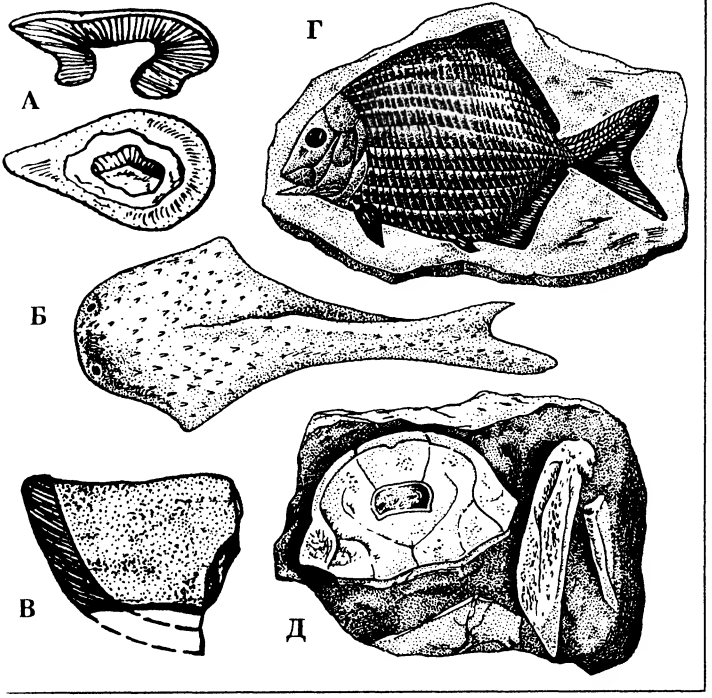
НОВЫЕ ХОЗЯЕВА...

Начало **палеозойской эры** составляют **кембрийский, ордовикский** и **силурийский периоды**. К началу силура из примитивных **хордовых**, к которым относятся бесчерепные типа **ланцетника, пикайи** и **пробосцинума** (последний оказался еще и носителем **конодонтов** — мелких образований, напоминающих зубчики, важных для **стратиграфии**), успели развиться первые позвоночные — **бесчелюстные**, или агнаты. Среди них стоит упомянуть **цефаласписа**, являющегося одним из наиболее типичных представителей этой группы.

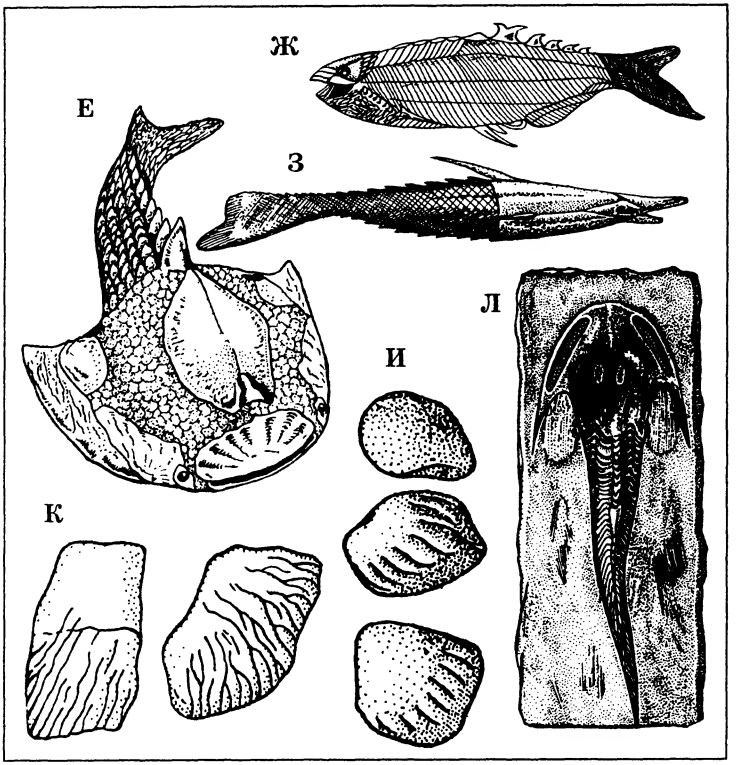
Внешне цефаласпис, как и многие другие бесчелюстные, напоминал рыбу. Самое главное отличие цефаласписа от настоящих рыб заключается в отсутствии челюстей. Цефаласпис просто всасывал через ротовое отверстие ил с органической взвесью, которая и служила ему пищей. Голова и передняя часть этого



Конодонты различных типов из палеозойских отложений



Представители древних бесчелюстных (агнат) и рыб. А — отдельная чешуя, относящаяся к формальному роду флеболепис; встречаются флеболеписы в нижнесилурийских отложениях; Б — бесчелюстное рода телодус (вид — телодус парвиденс из силурийских отложений, обнажающихся на острове Сааремаа в Эстонии); возможно, именно телодусам или очень похожим созданиям принадлежали чешуи («кожные зубы») флеболепис; В — одна из пластин панциря бесчелюстного псаммостеус (брахиальная пластинка), найденная в среднедевонских отложениях Новгородской области на реке Сясь; Г — костистая рыба платисомус из пермских отложений; целые, хорошо сохранившиеся экземпляры платисомусов можно найти в медистых песчаниках «купферширфер» (цехштейн) в Германии, а также в пермских мергелях и известняках Приуралья; Д — головной панцирь и часть грудного плавника настоящей панцирной рыбы-плакодермы вида ботриолепис Пандера из красноцветных песчаников, обнажающихся по берегам реки Сясь



Е — реконструкция внешнего облика еще одного бесчелюстного, принадлежащего роду псаммолепис; псаммолепис обитал в позднедевонских морских лагунах и речных эстуариях; Ж — бесчелюстное биркения без мощного панциря, но зато с хорошо развитой и прочной чешуей; жила биркения в позднесилурийскую эпоху; З — раннедевонское бесчелюстное птераспис с удлиненным рострумом, располагавшимся на передней части головы; И — чешуя настоящих рыб из класса акантод; изображенные чешуи принадлежали девонскому роду настолепис; К — чешуя крупной кистеперой рыбы голоптихиус из девонских отложений Новгородской области; сходные чешуи можно найти и в девонских песчаниках в карьерах Курской магнитной аномалии; Л — полный панцирь бесчелюстного цефаласписа; представители этого рода встречаются очень широко по всему миру в отложениях от верхнесилурийских до нижнедевонских

интересного существа были покрыты толстой костяной броней в виде полулунного щита с длинными шипообразными выростами по бокам, придававшими голове цефаласписа серповидную форму. В центральной части панциря располагались два близко посаженных округлых выреза — орбиты–бойницы для глаз. За ними находилось поле со сложным орнаментом, отмечавшее место, под которым было развито особое сенсорное образование для ориентировки в мутной воде. Из панциря торчали задняя часть туловища и хвост, одетые в чешую. На свободной от панциря части туловища располагались плавники.

Вслед за силуром пришел **девонский период**, который часто называют веком рыб. В течение девона наряду с различными бесчелюстными широчайшее распространение получили разнообразные настоящие рыбы, представленные в основном еще примитивными группами, некоторым из которых тем не менее удалось сохраниться до настоящего времени. Из девонских рыб наиболее распространенными были **панцирные рыбы**, или **плакодермы**, немного напоминавшие панцирных агнат своим внешним обликом. Затем шли шипастые **акантоды**, **акулы-кладоселяхии**, являющиеся далекими предками современных белых, тигровых и других акул; **двоякодышащие рыбы**, или дипной, а также **кистепёрые рыбы.**

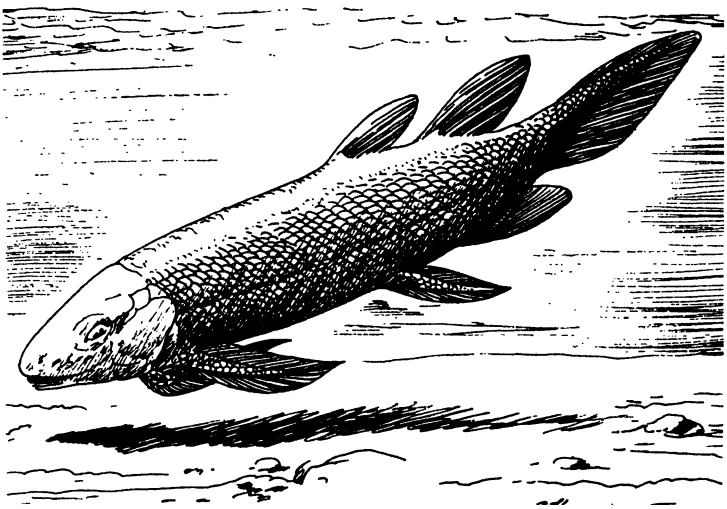
Девонские рыбы и бесчелюстные обитали в опресненных морских заливах, лагунах и

речных эстуариях. Изредка их кости, щитки панцирей и зубы встречаются в одних и тех же захоронениях вместе с обитателями нормально-соленых морских вод, например с **кораллами** и **брахиоподами**. Однако рыбы и бесчелюстные девона предпочитали жизнь в мелководных лагунах.

Климатиус

Рыбы рода **климатиус** из группы **акантод** обитали в девонских морях и опресненных морских лагунах. От них в ископаемом состоянии нередко остаются отдельные шипы-**ихтиодорулиты**, выполнявшие функцию плавниковых поддержек. Похожие шипы иногда встречаются у акул, в том числе и у некоторых современных (например, такие ихтиодорулиты имеет австралийская бычья акула). Интересной особенностью акантод были два ряда многочисленных брюшных плавников, указывающих на происхождение этих плавников из двух продольных складок на животе и из одной складки — на спине. За счет редукции этих складок и образовались два ряда отдельных плавников на животе акантод, а у других рыб — и того меньше. Жили акантоды исключительно в палеозое; появились они в конце силурийского периода, а вымерли в пермском. Последние остатки акантод встречаются в отложениях **пермских медистых сланцев (купфершифер, цехштейн)** в Германии. Этих пермских акантод относят к роду **акантодес**.

Среди древнейших представителей **двоякодышащих рыб** особенно характерен для девонских отложений род **диптерус**. Когда-то именно среди двоякодышащих ученые искали предков современных наземных позвоночных. Однако вскоре выяснилось, что на эту роль больше подходят кистепёрые рыбы. Двоякодышащие оказались слишком уж высоко специализированными рыбами, хотя именно у них появилось

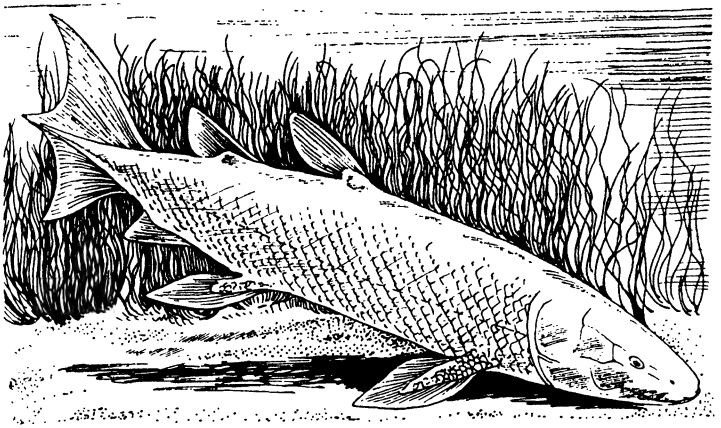


Диптерус

некое подобие легкого, предположительно развившееся из плавательного пузыря. У многих двоякодышащих имелись очень своеобразные зубы в виде пластинок с радиально расходящимися гребнями. Когда палеонтологи находят эти пластинки в ископаемом состоянии, то относят их к формальному роду **гнаториза**.

(Выражение «**формальный род**» используется, когда палеонтологи не знают точно, каким животным или растениям принадлежали найденные части.)

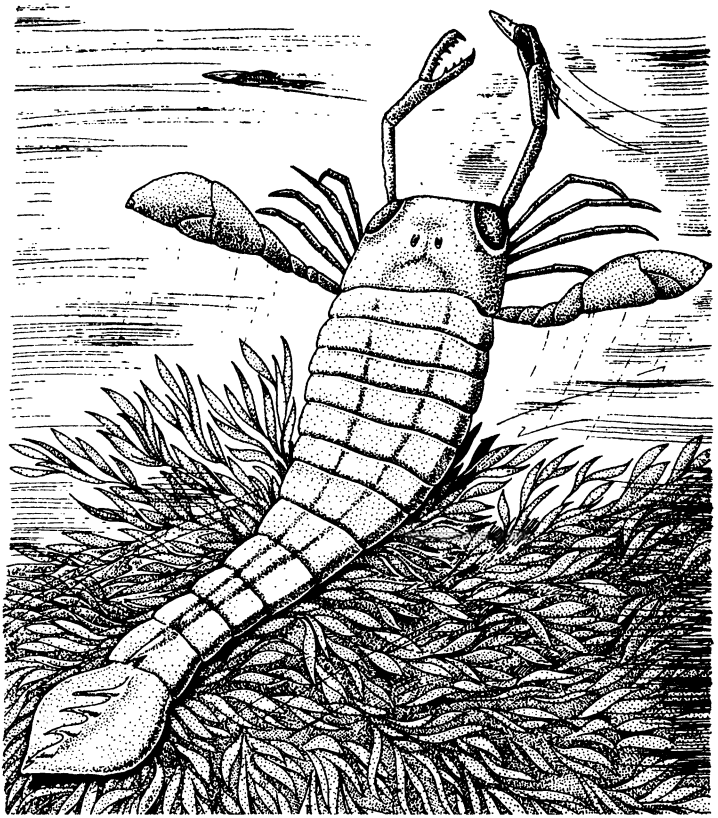
Гнаторизы известны и из **триасовых отложений** России, где двоякодышащие рыбы когда-то обитали в мелких и теплых периодически пересыхавших внутриконтинентальных водоемах, чем-то напоминавших современное Аральское море.



Эустеноптерон

Двоякодышащие — это настоящие живые ископаемые. В Австралии (род **неоцератодус**), Южной Америке (род **лепидосирен**, или чешуйчатник) и Африке (род **протоптер**) сохранились последние представители этой удивительной группы рыб.

Кистепёрая рыба из группы **рипидистий**, относящаяся к роду эустеноптерон, возможно, является нашим прямым предком. Во всяком случае, именно с ним связывают выход позвоночных на сушу и происхождение первых примитивных амфибий, вроде **ихтиостеги** или **акантостеги**. У эустеноптеронов в черепе был обнаружен так называемый слёзный канал. Он был нужен для того, чтобы увлажнять глаза и носовые отверстия (хоаны). Значит, такое увлажнение было необходимым. Очевидно, эустеноптерон уже частенько высовывал голову из воды, а то и выбирался на сушу из своего



Ракоскорпион птериготус буффалоензис

родного водоема в поисках добычи или для переселения в соседнее озерцо «посуху».

Все кистепёрые рыбы, включая рипидистий, были хищниками. Вряд ли они внушали столь же большой ужас обитателям морских лагун и речных эстуариев, как гигантские **ракоскорпионы**, но все же снимали солидную дань с придонного населения, а также с мелких жителей прибрежных зарос-

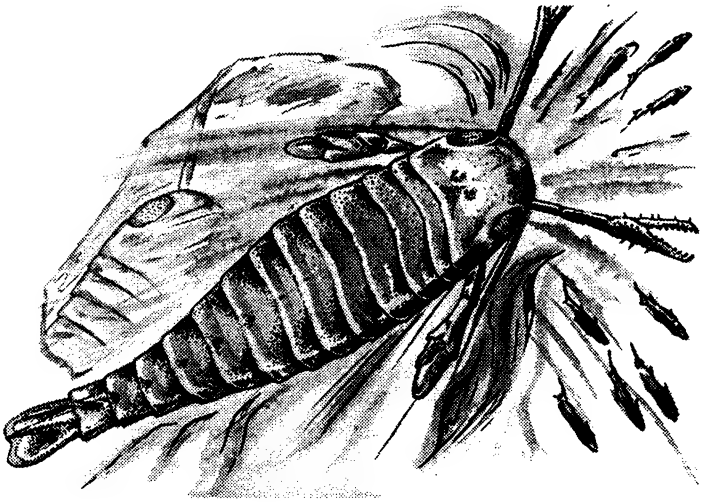
лей, включая насекомых и других членистоногих, первыми освоивших сушу.

...И НОВЫЕ ПРОБЛЕМЫ

Главными врагами и конкурентами девонских рыб были **ракоскорпионы**, или, иначе, эвриптериды, — вымершая группа членистоногих, относящихся к **хелицеровым**. Из современных членистоногих к этой группе относятся пауки, скорпионы, клещи и др. Среди ракоскорпионов были гигантские формы, такие как птериготус.

Птериготус буффалоензис (иногда его относят к особому роду — **акутирамис**) достигал трехметровой длины и был самым крупным представителем **членистоногих** за всю их многомиллионолетнюю историю. Наверное, он представлял собой воистину жуткое зрелище, когда проплывал в придонном полумраке над зарослями водорослей в поисках добычи. Вот цель обнаружена. Мощный синхронный взмах плавательных конечностей с веслообразным расширением на конце, удар хвоста с широкой шипастой ромбической лопастью — и чудовищные клешни-хелицеры сомкнулись на теле неосторожной рыбешки.

Ближайший родственник птериготуса — ракоскорпион **эреттоптерус** с небольшой выемкой на хвостовой лопасти — тоже отличался большими размерами: он достигал полутора–двух метров длины.



Ракоскорпион эреттоптерус

У птериготуса было две пары глаз: одна — по бокам головы — для отыскивания добычи во время охоты, другая — в центре головного щита — для наблюдения за тем, что происходит наверху (как бы на самого не напали родственнички). По бокам головогруди располагались четыре пары ходильных ног для медленного передвижения по дну, когда надо замаскироваться или незаметно подобраться к добыче. Жили птериготусы в **силурийский** и **девонский** периоды **палеозойской** эры.

Девонские лагуны периодически пересыхали, и в этом заключалась основная опасность для обитателей мелководных лагун. Две группы рыб — **двоякодышащие** и **кистепёрые** — научились противостоять этому бедствию.

Двоякодышащие рыбы помимо дыхания жабрами развили способность усваивать кислород из воздуха, преобразовав для этого плавательный пузырь в некое подобие легкого. В неблагоприятный засушливый период двоякодышащие рыбы впадали в спячку, замуровав себя в специальный кокон, а при возвращении воды вновь оживали.

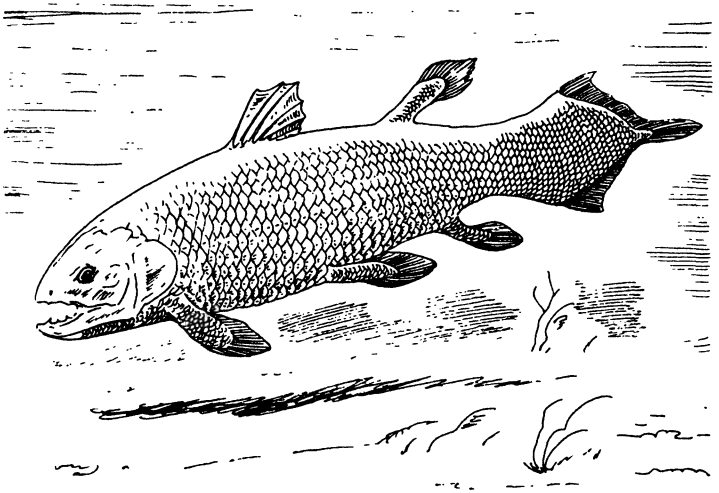
Кистепёрые пошли по существенно иному пути. Их парные плавники, довольно мускулистые и широкие, помогали хозяевам перебираться из одного водоема в другой, спасаясь от засухи. Видимо, во время таких вынужденных путешествий кистепёрые и открыли для себя полные жизни (а значит, и пищи) прибрежные заросли **проптеридофитов** с влажным мхом и изобилием мелких вкусных членистоногих. Так у первых наземных сообществ появились новые хозяева — кистепёрые рыбы **рипидистии**, которые в процессе жизни на суше постепенно стали утрачивать свои рыбьи признаки и превращаться в земноводных, но вода им всё еще была очень нужна — прежде всего для размножения.

СТАРИНА ЧЕТВЕРОНОГ

В одно прекрасное утро мисс **Марджори Куртенэ-Латимер**, смотритель небольшого музея в южноафриканском городке Ист-Лондон, получила приглашение осмотреть очередной улов траулера, бороздившего воды Индийского

океана недалеко от южноафриканского берега. Представитель компании «Ирвин и Джонсон», которой принадлежал корабль, сказал по телефону, что на этот раз в сети попало что-то очень необычное. Мисс Латимер поспешила на пристань и на палубе корабля, куда был свален улов, действительно увидела нечто из ряда вон выходящее. Перед ней лежала довольно большая, около полутора метров длиной, рыба голубовато-стальной окраски с редкими белесыми пятнами. Ее чешуя, крупная и толстая, сразу же вызывала из памяти образы древних рыбообразных чудовищ, плававших в морях Земли в прошлые геологические эпохи. Хвост состоял из трех лопастей, средняя из которых располагалась в центре и была длиннее верхней и нижней. Ни у одной из других современных рыб нет ничего похожего. Но самым удивительным в облике рыбы были ее плавники — очень мускулистые и хорошо развитые, они напоминали скорее не плавники, а лапки наземного существа.

Мисс Латимер растерялась. С одной стороны, уникальность выловленного экземпляра и его огромная ценность для науки были очевидны. С другой стороны, стояла сильная жара, и без холодильника соответствующих размеров сохранить рыбу в целости не представлялось никакой возможности. Мисс Латимер пошла на компромисс. Она попросила таксидермистов музея приготовить из рыбы чучело, а сама решила написать письмо известному ей ихти-



Современная кистеперая рыба— латимерия Халумны

ологу с просьбой помочь разобраться, что же за чудовище выловила команда южноафриканского траулера.

Письмо было направлено ихтиологу **Джону Смиту**. Увидев прилагавшийся к письму рисунок, Смит не поверил своим глазам. Перед ним лежало изображение рыбы, которая считалась полностью вымершей шестьдесят пять миллионов лет назад! Детали строения, на которые сразу же обратила внимание и сама мисс Латимер, — крупная чешуя, трехлопастный хвост и мясистые плавники — однозначно указывали на то, что поймана **кистепёрая рыба, целакант.**

До 1938 года считалось, что последние кистепёрые исчезли в позднемеловую эпоху вместе с динозаврами, птерозаврами и гигантски-

ми морскими рептилиями. Однако латимерии удалось сохраниться и дожить до настоящего времени. Это один из классических примеров «живых ископаемых», которые очень помогают палеонтологам разобраться в строении древних предков этих организмов и их родственников.

Еще несколько лет ушло у Смита на поиск настоящего ареала открытого «живого ископаемого». Сделать это было неимоверно трудно, поскольку в районе Ист-Лондона первый экземпляр целаканта оказался явно случайно. Он был принесен подводным течением, бравшим начало у Мозамбикского пролива. Но в конце концов труд ученого был достойно вознагражден. Смиту удалось обнаружить место, где сохранилась реликтовая популяция целакантов — глубоководье у Коморских островов, располагающихся между Африкой и Мадагаскаром. Именно здесь были пойманы и второй и все последующие экземпляры целакантов.

Смит описал коморского целаканта как новый род и назвал его в честь мисс Латимер латимерией. Это открытие принесло ученому заслуженную мировую славу. Видовое название **латимерии Халумны** (или Чалумны) происходит от названия речки, в устье которой в 1938 году и был пойман первый ист-лондонский экземпляр целаканта.

Удивительно, но после того, как латимерия была описана и вошла во все учебники зо-

ологии как классический пример живого ископаемого, стало выясняться, что европейцам эта рыба все-таки была известна и до работ Смита, хотя и не была описана по правилам зоологической номенклатуры. Так, например, в одной из испанских церквей была обнаружена небольшая серебряная скульптура, выкованная еще в XVII веке, явно изображавшая латимерию.

ЖИВЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ

После рассказа о латимерии нельзя не вспомнить и о других «живых ископаемых», то есть тех организмах, которые сохранились практически без изменений с весьма отдаленного прошлого.

Кроме кистепёрых рыб к живым ископаемым можно причислить также примитивных беззамковых брахиопод рода лингула, моллюска из группы моноплакофор неопилину Галатеи, членистоногих — мечехвостов, головоногого моллюска наутилуса, гаттерию — реликтовое пресмыкающееся из отряда клювоголовых, споровые растения, например хвощи и плауны, некоторые папоротники, гинкго двулопастный — голосеменное растение, ведущее свою родословную с пермского периода палеозойской эры.

Живые ископаемые обладают исключительной ценностью для палеонтологов, поскольку позволяют во всех деталях ознако-

Крупная кистеперая рыба голоптихиус плывет по лагуне девонского периода. На дне слева и справа от нее видны небольшие панцирные рыбы ботриолеписы

миться со строением и даже образом жизни организмов, подавляющее большинство которых вымерло в далеком прошлом. Нередко изучение живых ископаемых позволяет проверить гипотезы, выдвигаемые палеонтологами на основании изучения ископаемых остатков.

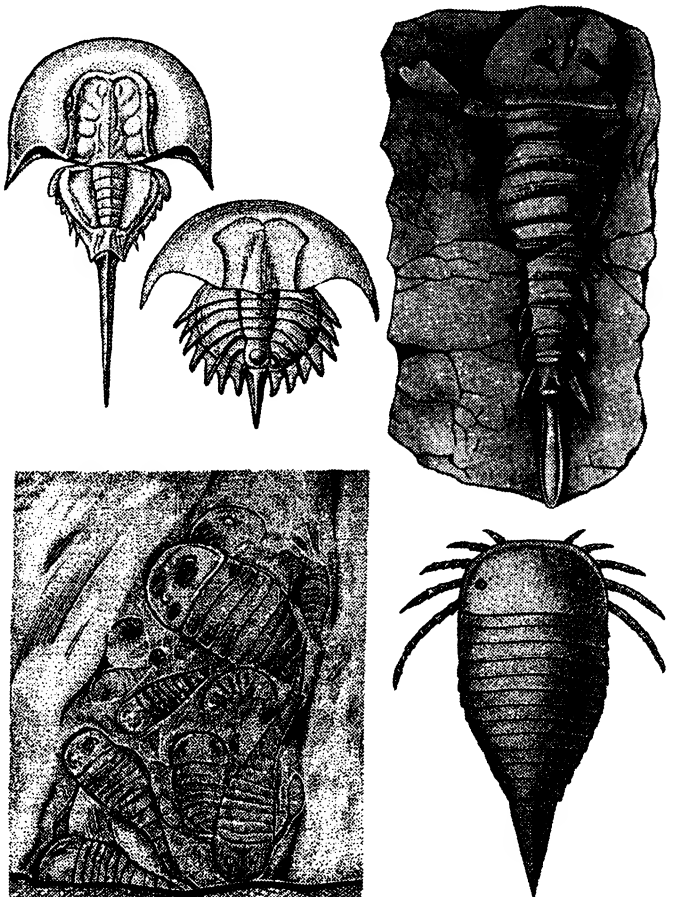
За примером можно обратиться все к той же **латимерии**. В 1927 году, задолго до открытия современного **целаканта**, английский палеонтолог **Уотсон** (в другом прочтении — Ватсон, однофамилец друга знаменитого сыщика) описал остатки кистепёрой рыбы из той же группы, то есть одной из ближайших родственниц латимерии, отнесенной к роду **голофагус**. Остатки голофагуса были обнаружены в **юрских отложениях**. После внимательного изучения найденного скелета Уотсон обнару-

жил в районе предполагаемого яйцевода два маленьких скелетика крошечных голофагусов. Уотсон предположил, что это остатки зародышей и что сама рыба, таким образом, была живородящей.

Спустя более полувека после опубликования работы Уотсона, в 1975 году, группа американских зоологов из Смитсонианского института в Вашингтоне, препарируя взрослую самку латимерии, обнаружила у нее в яйцеводе пять маленьких рыбок-зародышей. Таким образом, предположение Уотсона о живорождении, свойственном целакантам, блестяще подтвердилось.

Конечно, изучение живых ископаемых позволяет установить такие особенности жизни и поведения организмов, которые никогда не удалось бы выявить, опираясь только на данные палеонтологии. Так, например, наблюдения за латимериями в их родной среде показало, что в поведении этих животных есть много интересных особенностей, не свойственных другим современным рыбам. Латимерии нередко делают вертикальную стойку в толще воды вверх хвостом, могут плавать задом наперед и даже кверху брюхом. В голове латимерии был обнаружен своеобразный орган, помогающий определять по слабым электромагнитным колебаниям местоположение других рыб.

Немало интересных наблюдений было сделано при изучении другого живого иско-

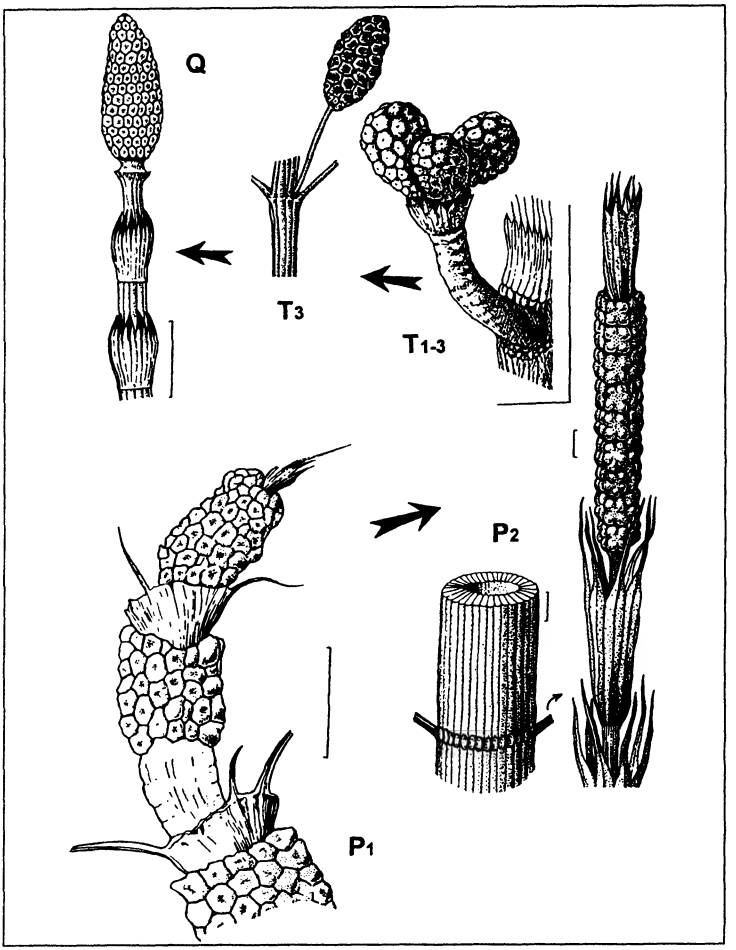


Различные представители ископаемых членистоногих из класса меростомовых. Вверху, слева направо: палеолимулюс авитус, мечехвост из нижнепермских отложений штата Канзас; престичианелла данае, пресноводный мечехвост из верхнекаменноугольных отложений штата Иллинойс; окаменелый остаток эвриптерида из девонских отложений Англии (по: Хаксли, 1971, с изм.). Внизу слева направо: скопление ископаемых остатков ракоскорпионов вида эвриптерус Фишера, силурийские отложения Подолии, Украина; ракоскорпион страбопс трахери, кембрийские отложения штата Миссури

паемого — **мечехвоста**. Прямые предшественники современных мечехвостов, внешне почти неотличимые от них, жили в конце **палеозойской эры**. Цепочку предков мечехвостов можно проследить еще глубже в геологическое прошлое. Среди членистоногих **девонского и силурийского** периодов можно увидеть формы, такие, например, как **бунодес и псевдонискус**, очень сходные с мечехвостами и относящиеся к тому же отряду. Даже в более древних — **ордовикских и кембрийских — отложениях** встречаются родственники мечехвоста — **хасматасписы и агласписы**. «Родными братьями» мечехвостов можно называть **ракоскорпионов-эвриптерид**, достигших расцвета в силуре и девоне, но вымерших к концу палеозойской эры.

Современные мечехвосты живут в теплых тропических морях Индокитая, в Карибском море и ближайших акваториях. Мечехвосты предпочитают небольшие глубины, мелководье с песчаным дном. Для размножения они выходят на сушу, где самки откладывают яйца (иногда до тысячи в одной кладке!), из которых потом вылупляются маленькие мечехвостики. Мечехвосты могут переносить заметное опреснение морской воды и заходить даже в реки. Скоре всего, эти особенности были характерны и для многих древних мечехвостов.

Из растительного мира в качестве живых ископаемых можно назвать такие современные растения, как **плауны** и их немногочис-



Эволюция хвощей и их древних предков. 1 — раннепермское членистостебельное эквизетиностахис с многорусными фертильными зонами; 2 — позднепермское членистостебельное паракаламитина с единственной фертильной зоной и пучком листьев на верхушке; 3 — триасовый хвощ эквизетитес с боковым расположением стробилов, собранных в группы по три; 4 — триасовый хвощ неокаламитес с боковым расположением единичных стробилов; 5 — современный хвощ полевой с единственным стробилом, располагающимся на верхушке побега

ленные сохранившиеся до настоящего времени родственники, затем **хвощи**, некоторые **папоротники** и, пожалуй, одно из самых интересных живых ископаемых — **гинкго**.

Первые **плауновидные** появляются в истории Земли в девонском периоде. В то время они были представлены немногочисленными низкими травянистыми формами. Из них следует называть роды **дрепанофикус** из нижнего девона Европы и Сибири, **барагванатию** из нижнего девона Австралии и **астероксилон** из нижнего девона Западной Европы. Эти растения еще незначительно отошли от **проптеридофитов** (псилофитов, или риниофитов), поэтому в их строении наблюдается много примитивных черт. Астероксилон нередко относят даже не к плауновидным, а к проптеридофитам.

К концу девонского периода плауновидные стали уже гораздо более многочисленными и разнообразными. Среди них появляются древовидные формы, такие как **циклостигма** (сейчас это растение называют **юриноденрон**). Но временем настоящего расцвета плауновидных надо по праву считать **каменноугольный период**, когда древние плауны — **лепидодендроны, лепидофлойозы, ботродендроны и сигиллярии** — образовывали настоящие леса и вздымали свои кроны на тридцатиметровую высоту.

К живым ископаемым можно причислить и другое современное растение — **хвощ** (полатыни *Equisetum*). Древнейшие хвощовые

известны из **триасовых отложений**, но ниточка, ведущая к ним, тянется глубоко в палеозойскую эру, к пермским и каменноугольным **членистостебельным** из семейства **черновиевых**. Черновиевые были очень широко распространены в позднем палеозое на материке **Ангарида** (северо-восточная часть современной Евразии от Урала на западе и Монголии на юге до российского Дальнего Востока). В отличие от современного хвоща, у черновиевых спороношения были собраны не в компактные спороносные «колоски» (стробилы), расположенные на верхушке побега, а в так называемые фертильные зоны на междоузлиях, образовывавшие сложные многоярусные конструкции. В процессе эволюции количество фертильных зон уменьшалось, пока не осталась единственная — на верхушке побега, преобразовавшаяся затем в спороносный «колосок».

Еще одно любопытное живое ископаемое, происхождение которого также теряется в глубинах палеозойской эры — **гаттерия**, или туатара, единственный доживший до наших дней представитель **клювоголовых**, обитающий на некоторых островах Новой Зеландии. Интересная особенность анатомии гаттерии, свойственная также многим палеозойским земноводным-**стегоцефалам** и примитивным **рептилиям**, — наличие третьего (теменного) глаза. Глаз этот развит, конечно, очень слабо, но все же он в состоянии отличать свет от тьмы.

Гаттерии нередко нападают на птенцов буревестников, а самих птиц, если они слабы и не в состоянии постоять за себя, выгоняют из вырытых ими нор. Раньше считалось, что гаттерии и буревестники мирно сосуществуют и даже могут селиться в одной и той же норе, но, как сейчас выяснилось благодаря исследованиям **Е. Шумахера**, между этими животными идет настоящая борьба за существование.

В чем же секрет удивительной долговечности живых ископаемых? Я думаю, что ответ на этот вопрос кроется, во-первых, в удивительно удачном плане строения, анатомическом архетипе этих организмов, наиболее адекватным образом отвечающим условиям обитания живых ископаемых. Во-вторых, большинство этих животных и растений очень слабо интегрированы в окружающие их **сообщества**, биоценозы. Это позволило живым ископаемым пережить многих из своих современников, поскольку они, или, по меньшей мере, некоторые из них, обитали и обитают в условиях пониженной конкуренции, там, где другие животные или растения селятся неохотно. Видимо, именно благодаря этим обстоятельствам отдельные «картинки» далекого прошлого уцелели и дошли до нас.

ЗНАЕТЕ ЛИ ВЫ ЧТО?

Первые из достоверно известных наземных растений из группы риниофитов, или проптеридофитов, — куксонии — не превышали в высоту 4–5 см. Они появились на Земле в силурийском периоде.

Некоторые из проптеридофитов, несмотря на ряд адаптаций к существованию в условиях суши, росли в полупогруженном состоянии — например, тэниокрада и зостерофиллюм из нижнего девона Рейнских Сланцевых гор.

Панцирные рыбы девонского периода, относящиеся к роду данклеостеус (или, как его еще называют, динихтис), достигали длины в 9 метров.

Прекрасно сохранившиеся остатки кистепёрой рыбы эустеноптерон Форда были найдены в девонских отложениях в провинции Квебек, Канада.

В верхнедевонских отложениях Геноа Ривэр в австралийской провинции Виктория была обнаружена следовая дорожка, оставленная каким-то древнейшим наземным позвоночным. «Первопоселенец» суши прополз по еще мягкому грунту, оставив отчетливые следы своих лапок.

ПЕРВЫЕ ЛЕСА

«АРХЕОПТЕРИКС» РАСТИТЕЛЬНОГО МИРА

После двухчасового петляния между холмами, поросшими кленовыми перелесками, столь обычными для западных склонов Аппалачей, джип подкатил по ухоженной асфальтовой дороге к небольшому карьеру, заложенному в крутом склоне холма. Карьер состоял из нескольких уступов, каждый из которых упирался в отвесную стенку с обнаженными слоями горных пород, в основном **песчаников** и **сланцев**.

Из джипа вышли двое. Один, во время поездки сидевший за рулем, был коренастым американским профессором, преподававшим геологию в местном университете. Второй, более высокий, с живыми глазами и темными вьющимися волосами, был палеоботаником из далекой России, собиравшим коллекцию девонских растений во время путешествий по всему миру.

Было еще довольно рано, и склоны холма покрывал холодный утренний туман, сквозь который виднелись лишь золотые верхушки осенних кленов и скалистые обрывы карьера.

С верхнего уступа карьера доносился какой-то шум. Кто-то яростно копался там, переворачивая каменные плиты.

Спутники переглянулись. Карьер был частным, и для его посещения требовалось специальное разрешение. Однако американец был здесь нередким гостем, так что, по всей видимости, опасаться было некого. Хозяин карьера, из-

вестный во всей округе коллекционер окаменелостей, оказался еще и владельцем довольно представительного палеонтологического музея, где выставлялось большое собрание девонских окаменелостей из окрестных местонахождений.

Как вскоре выяснилось, хозяин карьера давно поджидал гостей. Накануне американский профессор позвонил ему и предупредил о визите русского коллеги. И вот теперь они, обменявшись приветствиями и стоя на разных уступах карьера, начали поиски.

Самыми продуктивными для сбора окаменелостей были углистые прослои, обнажавшиеся на самом верхнем уступе карьера. Там стоял, орудуя киркой и геологическим молотком, хозяин карьера. Часть добытых образцов он откладывал в сторону, так как они могли пригодиться для музея. Другие, менее эффектные, но все же интересные с научной точки зрения, он передавал вниз, своему соотечественнику. Тот, критически рассматривая все, что попадало в его руки, часть образцов упаковывал, а другую часть отдавал коллеге из России.

Русский внимательно рассматривал полученные плитки породы с растительными остатками, в основном невзрачными и малопонятными. Однако из одной крупной плитки сбоку торчало что-то более или менее выразительное. Аккуратно приставив к тонкой трещинке зубило, палеоботаник расколол плитку на две половинки и не смог сдержать возгласа удивления и восторга. Внутри плитки находился велико-

лепный отпечаток ветки растения с перисто расположенными листьями субтреугольных очертаний с прекрасно сохранившимися деталями жилкования. Американцы поспешили к счастливцу посмотреть на находку. Передавая образец из рук в руки, они произносили одно и то же: **«Археоптерис мацилента!»**

Вскоре американский археоптерис мацилента пересек Атлантический океан и приехал в Россию, дополнив коллекцию, состоящую из его собратьев.

Надо сказать, что в верхнедевонских отложениях представители рода археоптерис распространены чрезвычайно широко по всему миру. Археоптерисы — это еще и надежные «руководящие ископаемые», они помогают геологам установить точный возраст вмещаю-

Археоптерис мацилента.
Длина масштабной линейки — 1 см

щих отложений. Остатки археоптерисов встречаются исключительно в верхнедевонских отложениях, а именно — в фаменском ярусе. Изучено это растение весьма хорошо, однако вокруг его систематического положения до сих пор не утихают горячие споры.

Долгое время археоптерис считался папоротником. Его листья действительно очень похожи на папоротниковые, особенно напоминая некоторые виды рода адиантум, столь любимого цветоводами-любителями. Вскоре вместе с листьями археоптерисов были найдены и собрания спорангиев этого растения. Растение оказалось **разноспоровым**. Микро- и мегаспоры археоптериса существенно различались своими размерами и строением. Однако в этом не было ничего удивительного: среди современных папоротников есть много разноспоровых видов. (Подробнее о значении разноспоровости для эволюции растений вы можете прочитать в томе «Ботаника» серии «Я познаю мир».) Неожиданности поджидали исследователей дальше.

Американский палеоботаник **Чарлз Бек** нашел ветку археоптериса с прикрепленными к ней листьями. Сама ветка сохранилась настолько хорошо, что из нее можно было изготовить препараты для микроструктурных исследований. И вот здесь исследователя ждал большой сюрприз. Древесина, из которой состояли проводящие ткани веточки, оказалась удивительно сходной с древесиной **хвойных**.

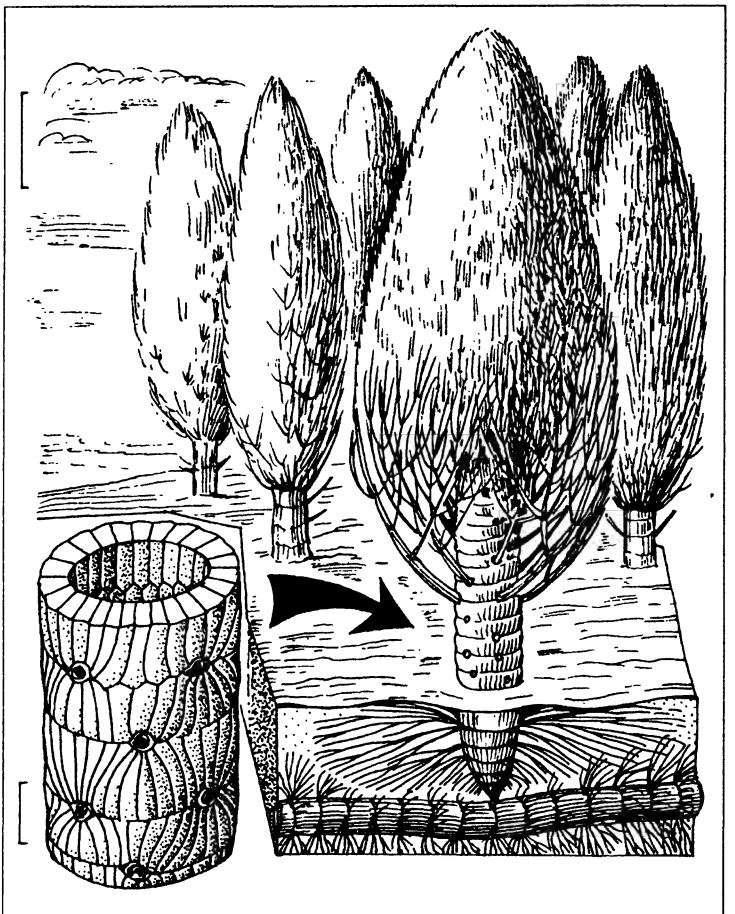
А хвойные относятся уже к **голосеменным**. Их отделяет от папоротников огромная таксономическая дистанция. Более того, в тех же слоях попадались огромные стволы — до одного метра в диаметре, явно принадлежавшие растениям в несколько метров (не менее десятка) высотой. Анатомическое строение этих стволов оказалось идентичным строению все той же веточки с листьями археоптерис. Стволы, ранее относимые к особому роду **калликсилон**, очевидно, принадлежали тем же растениям, которые имели листья и спороношения, известные под названием «археоптерис».

Так с чем же столкнулись палеоботаники? После долгих дебатов так и не удалось найти место для нового растения среди известных ранее групп. В итоге для археоптериса и некоторых из его ближайших родственников (роды **сидерелла, актиноподиум** и **актиноксилон**) пришлось организовать специальную группу весьма высокого ранга — новый класс **прогимноспермов**, растений, объединяющих признаки папоротников и голосеменных. Археоптерис оказался настоящей переходной формой, связывающей споровые и семенные растения (семена, правда, появились позднее и у другой группы — **птеридоспермов**, о которых мы подробнее поговорим ниже). По забавному стечению обстоятельств название «археоптерис» созвучно всем хорошо известному археоптериксу — другой переходной форме, но уже из мира животных.

Поскольку именно археоптерисы были, пожалуй, первыми настоящими древовидными формами в мире растений, да к тому же и довольно массовыми, они и образовали самые первые леса, распространившиеся по низменным приморским равнинам в позднедевонскую эпоху. Судя по сохранившимся пням и нижним частям стволов, археоптерисы могли вырастать до двадцатиметровой высоты. Подлесок в этих лесах состоял из низкорослых прапапаротников и последних, доживающих свой век **проптеридофитов**. Ближе к воде произрастали заросли **плауновидных**, пока еще преимущественно травянистых.

В следующий за **девонским каменноугольный период** огромные первобытные леса, состоявшие из гигантских **древовидных плаунов, хвощей** и **папоротников**, широко распространились по обширному экваториальному поясу Земли, где климат был влажным и жарким. Остатки этих растений, попадая в огромном количестве в захоронения, дали начало залежам **торфа**, позднее под давлением вышележащих пластов превратившегося в **каменный уголь**. В этих же лесах произрастали первые семенные растения — **птеридоспермы** и **кордаиты**, которые многими палеоботаниками считаются предками **хвойных**.

Каламиты, огромные членистостебельные растения каменноугольного периода, отдаленно родственные современным хвощам, иногда реконструируются как увеличенные копии совре-



Каламитес мультирамис. Длина масштабной линейки — 1 м (для реконструкции общего облика растения) и 10 см (для дополнительного рисунка, показывающего строение части ствола)

менного хвоща с крупными листовыми влагалищами и венчающим побег колоссальным стробилом. Это неправильно. Несмотря на свои родственные отношения с хвощами, каламиты

выглядели несколько иначе. **Стробилы** каламитов были небольшими по размеру и располагались на боковых ветвях. Листья у настоящих каламитов также никогда не срастались в листовые влагалища, хотя и образовывали звездчатые мутовки. Когда такие листья попадаются палеонтологам в ископаемом состоянии, их относят к специальному **формальному роду аннулярия.**

Изображенный на реконструкции **каламитес мультирамис** — один из наиболее широко распространенных видов каламитов из верхнекаменноугольных отложений Европы и Северной Америки. Стволы этих гигантов, образовывавшие вторичные ткани (т. е. утолщавшиеся в течение жизни, как у современных деревьев), поднимались над землей на добрый десяток метров, а то и выше. Подземные части стволов прикреплялись к горизонтальным столонам, позволявшим растениям прочно стоять, закрепившись в болотистом грунте.

ПРОГНОЗ ПОГОДЫ НА ПАЛЕОЗОЙ

Мы уже не раз говорили о том, что в далеком прошлом Земли природные условия отличались от современных: ледниковые эпохи сменялись потеплениями, на смену одним типам сообществ приходили другие. Каким же способом ученые восстанавливают климатические и экологические условия минувших геологических эпох?

Сначала поговорим о **палеоклиматах.** Существует несколько важных методов, позволяющих составить представление о климатах прошлого. Для большей достоверности и точности результатов их используют в комплексе, сочетая один метод с другим.

Первый **метод** можно условно назвать литологическим (**литогенетическим**) или **седиментологическим.** (Седиментология — наука об отложении осадков.) Он основан на использовании в качестве климатических «сигналов» некоторых минералов и горных пород, образующихся в строго определенных климатических условиях. Такие минералы и горные породы нередко называют еще и литологическими, или седиментологическими, маркерами палеоклимата.

В качестве одного из примеров таких минералов-маркеров можно привести обычную **каменную соль.** Каменная соль, или **галит**, как ее называют минералоги, выпадает из насыщенных растворов в морских лагунах в условиях жаркого и сухого климата. Вместе с ней в осадках попадаются и другие породы, образующиеся при испарении воды, — **гипс, ангидрит, сильвинит.** Комплекс таких пород указывает на сухие и жаркие климатические условия, существовавшие во время отложения материнского осадка.

Другой пример литологического маркера палеоклимата — **каменный уголь.** Угленакопление всегда происходит в условиях влажно-

го, как правило, теплого или даже жаркого климата. Существует и много других литологических маркеров, позволяющих устанавливать присутствие пустынных, ледниковых и других отложений.

Второй метод восстановления палеоклиматических условий можно назвать палеонтологическим. Существуют многочисленные группы организмов, которые живут в очень узких, строго определенных условиях. Одни животные могут обитать только в теплых морях нормальной солености, другие — только в пресноводных бассейнах в условиях умеренного климата и так далее. Поэтому обнаружение представителей той или иной группы узкоспециализированных организмов позволяет, иногда с очень высокой точностью, восстановить условия, в которых те жили.

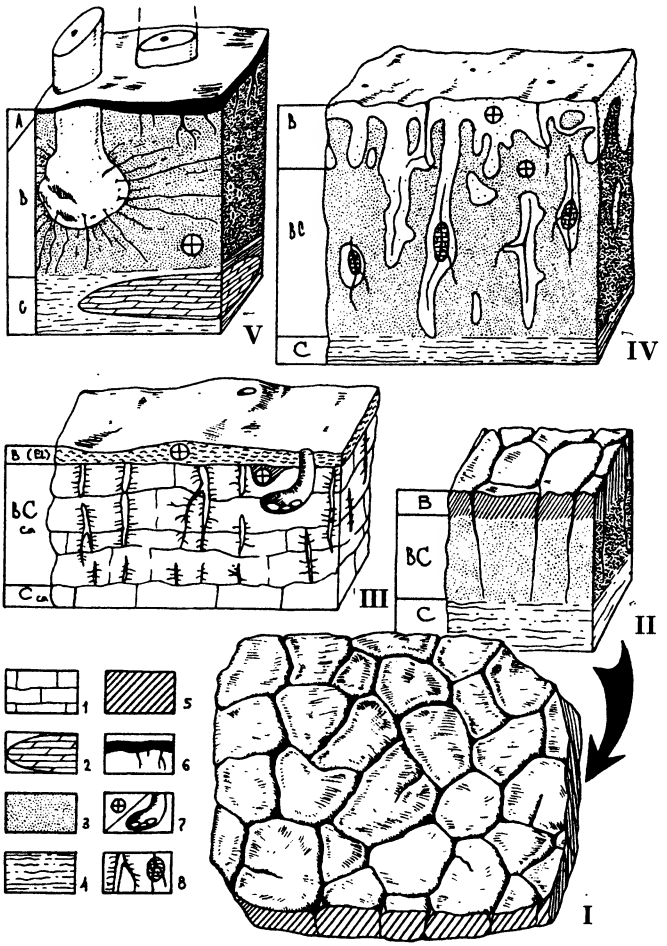
Как пример таких важных палеонтологических маркеров можно использовать колониальные кораллы. **Колониальные кораллы**, причем принадлежавшие к самым разным таксономическим группам, как ныне живущим, так и вымершим, на протяжении всей своей истории всегда обитали в нормально-соленых морях. Кроме того, активное рифостроение всегда происходило только в низких широтах, в условиях мягкого тропического климата. Если вспомнить при этом, что многие колониальные кораллы живут в симбиозе с фотосинтезирующими **водорослями**, нуждающимися в солнечном свете, станет ясной и предположительная глубина образова-

ния осадка с остатками кораллов — как правило, не более 50 метров, поскольку глубже света для водорослей уже слишком мало.

В качестве других важных палеонтологических маркеров условий жизни можно назвать **головоногих моллюсков, иглокожих, замковых брахиопод**, которые способны жить исключительно в нормально-соленой воде. Среди наземных организмов много таких, которые адаптированы только к теплому климату, например многие современные и ископаемые **рептилии**, особенно **черепахи** и **крокодилы**, некоторые высшие растения **(саговники, пальмы, древовидные папоротники)**, предпочитающие условия теплого или даже жаркого климата.

Еще один **метод** реконструкции древних климатов я бы назвал **палеопочвоведческим. Палеопочвы** служат ценнейшим источником информации о прошлом, причем в них нередко «записывается» история климата, которую с помощью других методов прочитать невозможно.

На формирование определенного типа почвы оказывают влияние различные процессы, но самыми важными являются: климат, выветривание, наземная растительность, грибы-симбионты высших растений, а также грибы-сапротрофы, плюс почвенная фауна, в основном, простейшие и некоторые мелкие беспозвоночные. Расшифровав строение ископаемой почвы, палеонтолог-палеопочвовед может сделать важные выводы о том, как функционировала древ-



Различные типы позднепермских (I–IV) и раннетриасовых палеопочв (V), найденных в континентальных отложениях соответствующего возраста в пределах Европейской России. 1 – карбонатный панцирь; 2 – мергель; 3 – алевролит; 4 – аргиллит; 5 – приповерхностный слой палеотакыра; 6 – гумусированный горизонт А с остатками корневых частей высших растений; 7 – копролиты (слева) и норки почвенной инфауны с фекальными пеллетами (справа); 8 – корни высших растений, глубоко проникающие в осадок. А, В, С — почвенные горизонты

няя экосистема, и о том, каким был климат во время образования почвенного профиля. Кроме того, в палеопочвенных профилях встречаются корни древних высших растений, норки и собственно ископаемые остатки почвенных животных (инфауны) и **копролиты** (окаменевшие экскременты), так что палеопочвы позволяют подробно изучить фауну и флору исследуемого периода.

В некоторых случаях изучая древнейшие палеопочвы (например, **палеозойские**) и сравнивая их с современными аналогами, палеопочвоведы могут выяснить прямо-таки поразительные подробности. Так, например, карбонатные и карбонатно-глеевые палеопочвы, встречающиеся в **верхнепермских отложениях** Приуралья и Русской платформы, очень напоминают современные почвы засушливых областей северного и южного полушарий. Современные аналоги этих верхнепермских палеопочв формируются в строго определенных условиях: в сухом климате с жарким и сухим летом и влажной прохладной зимой, среднегодовой температурой не ниже +10 °С и среднегодовым количеством осадков около 400 мм. Таким образом, палеопочвоведческий подход в реконструкции древних климатов не менее важен, чем первые упомянутые нами методы.

Удивительно, но сейчас у палеонтологов есть, можно сказать, настоящий термометр для измерения температуры древних морей, как бы фантастически это не звучало. А дело

здесь вот в чем. Два самых распространенных в морской воде изотопа кислорода — O^{18} и O^{16} — распределяются между собой в пропорции, закономерно отражающей температуру воды. При 0°С соотношение O^{18} и O^{16} будет равно 1,026:500, а при температуре +25 °С оно будет равно 1,022:500. Морские организмы поглощают из воды углекислый газ (естественно, вместе с атомами кислорода) для постройки своих раковин из карбоната кальция. При этом соотношение изотопов кислорода в таких раковинах будет прямо пропорционально отражать их первоначальное соотношение в морской воде. Изучив ископаемые раковины, можно на масс-спектрометре определить соотношение изотопов кислорода и рассчитать температуру древнего моря!

Наиболее подходящими объектами для таких исследований были признаны **головоногие моллюски белемниты**, точнее, их **ростры** — тяжелые конические части раковин, располагавшиеся у белемнитов внутри тела. С помощью ростров белемнитов удалось измерить температуру морей **мезозоя**. В раннеюрскую эпоху она равнялась +21 °С, в позднеюрскую — +28 °С, в меловом периоде колебалась от +14 до +19 °С (данные по белемнитам из мезозойских отложений Западной Европы).

Разумеется, как уже отмечалось выше, все методы реконструкции древних климатов должны использоваться только в комплексе друг с другом. В случае с белемнитами, напри-

мер, не все палеонтологи согласны, что степень минерализации ростров, которую мы наблюдаем на ископаемом материале, соответствует прижизненной. Возможно, она сильно менялась при диагенезе осадка и превращении его в плотную или твердую породу. Известны находки покусанных ростров белемнитов со следами прижизненного заживления ран. Если бы ростр был твердым при жизни моллюска, считают некоторые палеонтологи, он бы просто сломался и вряд ли смог так восстановиться. А раз налицо вторичная минерализация, то и первоначальное соотношение изотопов кислорода в ростре может быть нарушено.

Критику вызывают и многие другие методы **палеоклиматологии**. Древние организмы могли неоднократно изменять свой образ жизни; характер осадконакопления может в большей степени отвечать гидродинамическому режиму бассейна, а не климату; соотношение генетических горизонтов в древнем почвенном профиле может быть нарушено за счет выедания гумуса микроорганизмами уже после погребения почвы и так далее. Всё это так. Но всё же все эти возражения не закрывают возможности реконструкции древних климатов. Еще раз повторимся: действовать на этом пути нужно очень осторожно, тщательно взвешивая все факты и применяя комплексный подход. И тогда многие из тайн климатических условий далекого прошлого нашей планеты действительно могут быть раскрыты.

Еще несколько слов можно сказать об общих принципах **реконструкций** в геологии и палеонтологии. Основной из них — **принцип актуализма**, или униформизма, впервые сформулированный знаменитым английским геологом **Чарлзом Лайелем**, современником и другом Ч. Дарвина. Принцип актуализма в кратком виде часто формулируют так: ключ к познанию прошлого лежит в настоящем. Изучая современные геологические процессы, можно понять, как и какие силы действовали на доисторической Земле. Разобравшись с образом жизни и экологическими предпочтениями современных организмов, можно сказать, в каких условиях жили их древние родственники.

Принцип актуализма сыграл и продолжает играть огромную позитивную роль в развитии геологии. Однако следует признать, что применять его все-таки следует с определенными оговорками. В далеком прошлом нашей планеты могли существовать (и, как мы сейчас знаем, действительно существовали!) природные условия, включая и климатические, которые могут отсутствовать в современном мире.

Хороший пример такого «вымершего» климата приводит палеоботаник **С. В. Мейен**. На северо-востоке современной Евразии (северная часть древнего палеозойского материка **Ангариды**), там, где сейчас зимой трещат лютые морозы, в раннекаменноугольную эпоху произрастали леса из **древовидных плауновидных**, указывающие на теплый или, по меньшей ме-

Леса из древовидных споровых растений

ре, безморозный климат. И чем дальше мы погружаемся в прошлое нашей планеты, тем более незнакомые картины мы там видим, тем труднее найти что-то похожее в современности.

ПАЛЕОЭКОЛОГИЯ, ИЛИ КТО КОГО ЕЛ И ГДЕ ЖИЛ

Рука об руку с палеоклиматологией идет **палеоэкология** — наука об условиях жизни древних организмов, их взаимоотношениях друг с другом и окружающей средой.

Экология как наука была основана известным немецким биологом Эрнстом Геккелем. Геккель рассматривал экологию как раздел биологии, изучающий среду обитания, условия жизни и симбиотические отношения между различными организмами. Сейчас, однако, предмет и содержание экологии существенно расширились. Теперь экология — это и мониторинг окружающей среды, и контроль экологической безопасности работы предприятий, отслеживание неблагоприятного воздействия человеческой деятельности на природу, и многое-многое другое. Не будет преувеличением сказать, что экология уже переросла рамки традиционной биологии. Точно так же и палеоэкология постоянно растет, вовлекая в свою сферу и **реконструкции пищевых пирамид** в экосистемах прошлого, и восстановление биоценотической структуры давно исчезнувших **сообществ**, классификацию и описание этих

сообществ, а также установление смен сообществ, их сукцессионные последовательности, а также эволюцию биоценозов во времени и пространстве. Результаты, получаемые палеоэкологами, иногда просто захватывают дух, ведь ученым удается составить представление об эволюции экосистем (!) в масштабе геологического времени.

Работа палеонтолога-эколога начинается с полевых наблюдений. Во-первых, палеоэкологу необходим хороший геологический разрез или группа разрезов, достаточно полно охарактеризованный ископаемой фауной и флорой. Во-вторых, очень важно, чтобы комплексы ископаемых остатков представляли собой некую временную последовательность, которую затем можно было бы проанализировать. Разрез должен быть подробнейшим образом описан. На этом этапе палеоэкологи нередко прибегают к помощи литологов и седиментологов, предоставляющих информацию о том, в каких условиях образовался тот или иной слой разреза.

Затем необходимо послойно отобрать все (а не только те, которые особенно интересны или эффектны) ископаемые остатки, встречающиеся в данном разрезе. Конечно, при массовом захоронении мелких организмов собирать абсолютно все найденные остатки одного вида необязательно, но в любом случае надо задокументировать процентное соотношение остатков организмов разной систематической

принадлежности. Для этого производят подсчет предварительных данных прямо в поле.

Необходимо отмечать условия, тип и степень сохранности ископаемых остатков, их ориентировку по странам света и относительно друг друга. Очень полезным бывает поиск и взятие «палеоэкологических» образцов — как правило, крупных кусков породы, иногда просто участков слоя, на которых хорошо видно взаимное расположение и характер сохранности органических остатков. Важны полевые зарисовки интересных палеоэкологических объектов и их положения в слое, например, норок и ходов илоедов, корневых частей ископаемых растений в **палеопочвах**, крупных коралловых полипняков в **ископаемом рифе** и так далее. Обязательно надо иметь с собой фотоаппарат для точного документирования наблюдений, особенно при планомерных раскопках или при «разборе» обнажения слой за слоем.

Грамотные и точные полевые наблюдения палеоэколога — надежная база для дальнейших построений и обобщений. Такие полевые наблюдения весьма трудоемки и могут занять очень много времени, месяцы или даже годы, но без них никакие серьезные палеоэкологические исследования невозможны.

Когда палеонтологу попадается богатое местонахождение ископаемой фауны или флоры, всегда велик соблазн поскорее собрать все, что видно на поверхности и заключено внутри слоя.

Но такая спешка может принести колоссальный вред. После того как без надлежащего описания и фиксации всех находок местонахождение «разбомбили» нерадивые или «радивые», но малокультурные собиратели ископаемых, восстановить, что, где и как было найдено и каким образом сохранилось в захоронении, обычно бывает уже невозможным. Можно сказать, что в палеонтологии должна быть особая культура, уважение к тому материалу, с которым мы работаем. Эта культура обусловлена тем, что нашей науке важно заглянуть в прошлое, понять, каким оно было, а не наколотить побольше образцов.

В идеальном случае после удачного и добросовестно отработанного полевого сезона у палеонтолога-эколога в рабочих лотках лежит послойно отобранная коллекция с подробными этикетками, тетрадь с полевыми наблюдениями и серия фотографий общего вида местонахождения, а также детально отснятыми особенно важными и интересными его участками. Теперь можно переходить к следующему этапу — лабораторному.

Лабораторные исследования палеоэколога сходны с обычной палеонтологической работой. Здесь и детальное описание морфологии изучаемых организмов, и определение их точного систематического положения. Но главным на этом этапе становится поиск следов взаимодействия организмов между собой и средой обитания.

Вот, например, окаменелая раковина **двустворчатого моллюска**. Раковина сохранилась хорошо, видна каждая концентрическая струйка нарастания. Раковина тонкая, хрупкая, значит, моллюск жил в спокойной воде, вдали от жестокого прибоя. Характер породы, в которой сохранилась раковина, указывает на то, что первоначально субстрат, на котором жил моллюск, был мягким и глинистым. Большое количество извести в осадке свидетельствует в пользу того, что море было относительно неглубоким и теплым. Сохранились обе створки раковины в прижизненном соединении друг с другом. Значит, раковина не испытала переноса и осталась на том месте, где моллюск погиб. А вот от чего он погиб? На одной из створок видна аккуратная круглая дырочка. Кто-то просверлил раковину, пытаясь добраться до моллюска. А вот и «автор» дырочки — хищная **улитка** рода **натика**, пообедавшая двустворчатым моллюском.

Вот мы и восстановили довольно значительный кусочек жизни на древнем морском дне, включая и условия жизни, и пищевые отношения между некоторыми из его обитателей. Хорошо отобранные образцы в палеоэкологической коллекции могут дать еще более подробную картину организации и функционирования сообществ древних организмов.

В нашей стране прекрасные по исполнению и удивительные по детальности палеоэкологические наблюдения были сделаны од-

ним из отцов палеоэкологии — **Романом Федоровичем Геккером**. Его перу принадлежат такие классические палеоэкологические работы, как «Отложения, фауна и флора Главного девонского поля» (1941), «Введение в палеоэкологию» (1957), «Ферганский залив палеогенового моря Средней Азии» (1962; в соавторстве с А. И. Осиповой и Т. Н. Бельской), «Следы беспозвоночных и стигмарии в морских отложениях нижнего карбона Московской синеклизы» (1980).

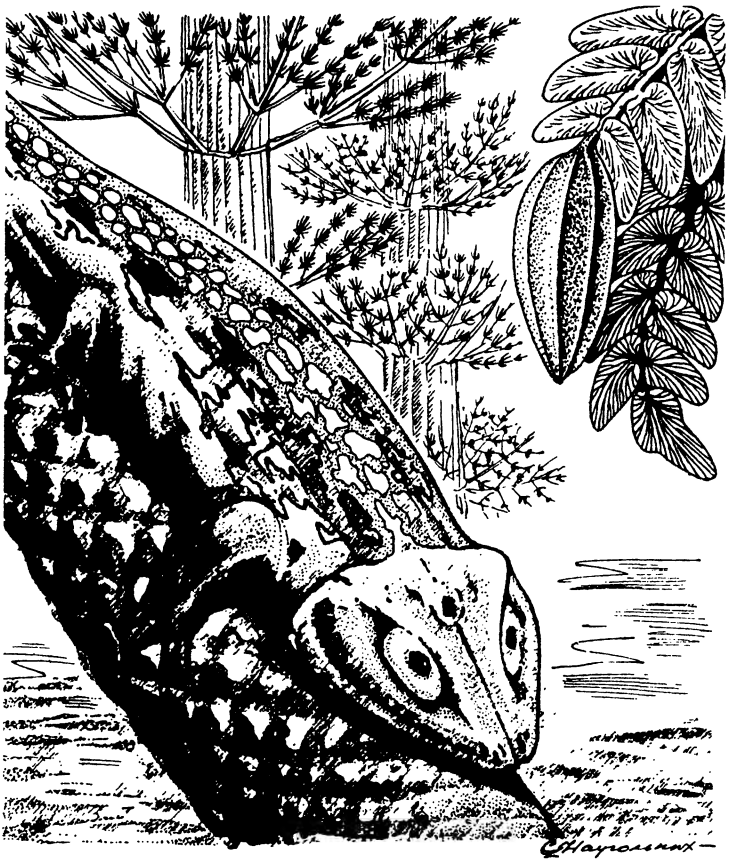
После того как получены палеоэкологические реконструкции нескольких последовательно сменявших друг друга во времени экосистем, можно попытаться подойти к реконструкции **филоценогенеза**, т.е. эволюции сообществ — процесса, связанного с изменением таксономического состава доминирующих видов, пищевых взаимоотношений внутри сообществ, а также преобразования структуры самих сообществ. Значение выводов, которые могут быть получены в ходе таких исследований, трудно переоценить. Получив, образно выражаясь, ключ к тому, как функционировали экосистемы прошлого, мы приобретаем возможность правильно оценивать действия человека в современном мире. Зная, какие симптомы предвещают экосистемные кризисы, можно научиться их распознавать в окружающей нас природе, когда негативные последствия кризисной ситуации еще можно предотвратить.

В последние годы обозначилась еще одна тенденция в палеоэкологических исследованиях. Палеоэкологи пытаются идти не от частного к общему, а от общего к частному. Как правило, основой для таких исследований становятся балансные отношения в распределении вещества и энергии в древних экосистемах. Многие палеонтологи обвиняют такие дедуктивные построения в умозрительности, отсутствии надежной фактологической основы. Однако **балансные модели** помогают многое понять и проверить на прочность выводы, полученные палеоэкологами-практиками.

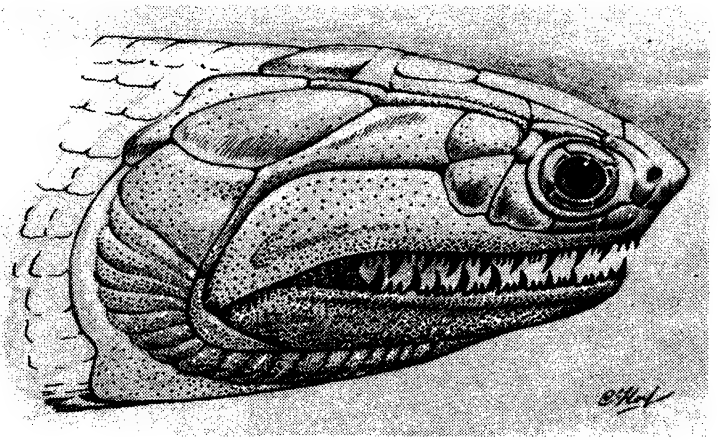
ЖИЗНЬ КАМЕННОУГОЛЬНОГО ЛЕСА

Вот уже несколько дней накрапывает мелкий теплый дождик. В лесу влажно и туманно. Испарения поднимаются от нагретой земли. В полумраке слышно, как срываются с ветвей тяжелые капли. Они звонко ударяют по кожистым перистым листьям **птеридоспермов**, растений, напоминающих внешним обликом древовидные папоротники, но с семенами, сидящими на концах ветвей. Капли скатываются вниз по мощным стволам **древовидных плаунов**, покрытых ромбическим чешуевидным узором, теряются во мшистых кочках, выступающих из подернутых водой пластов торфяника.

Из норки, вырытой в основании огромного пня **лепидодендрона** — родственника совре-



Один из многочисленных стегоцефалов (панцирноголовых) каменноугольного периода — гефиростегус. Гефиростегус ползет по стволу молодого улодендрона — древовидного плауна с ромбическим узором на коре, образованным основаниями от опавших листьев. Справа от гефиростегуса над водой свисают перистые листья птеридосперма рода невроптерис с прикрепленным к одному из них крупным семенем (такие семена, если они встречаются в ископаемом состоянии отдельно от листьев, палеоботаники относят к самостоятельным родам пахитеста, тригонокарпус или гексагонокарпус). На заднем плане видны стволы древовидных каламитов



Мойтомазия нитиди — еще один представитель палеонисков из девонских отложений Германии (Рейнские сланцевые горы)

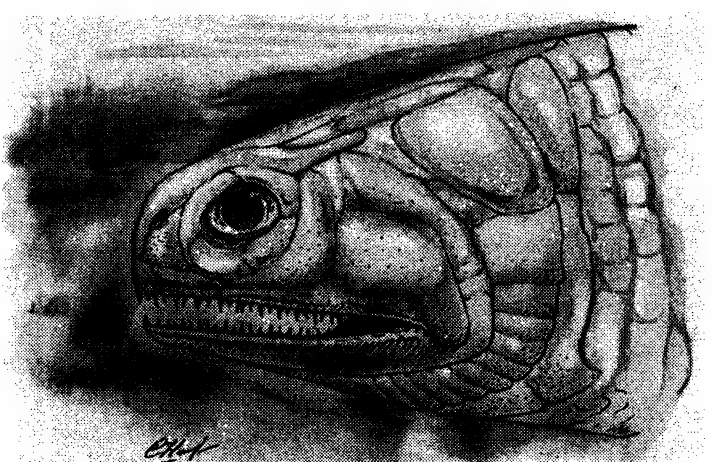
менных плаунов, но гораздо больших размеров, — выбрался **гефиростегус**, небольшой, еще молодой **стегоцефал**, около сорока сантиметров длиной, с треугольной мордочкой, золотистыми глазками, наивно поглядывающими на окружающий мир, и черным пятнистым узором на блестящей спинке. Гефиростегус проголодался. Его излюбленная пища — мелкие бескрылые **насекомые** — копошились неподалеку, в трухлявой коре старого пня.

Позавтракав, маленький стегоцефал решил погреться на солнце, лучи которого, пробившись сквозь густую листву нависших над болотом ветвей лепидодендронов, упали на верхнюю часть пня. Туда, на небольшую площадку, устланную темно-зеленым мхом, и вскарабкался гефиростегус, цепляясь когтис-

тыми лапками за слоевища **печеночников** и **лишайников**, покрывавших пень.

С двухметровой высоты стегоцефалу открылся вид на его родной болотистый лес, давший приют многим близким и дальним родственникам гефиростегуса, а также огромному количеству других созданий, обитавших под пологом древовидных плаунов.

В нескольких метрах от пня лепидодендрона начиналась открытая водная поверхность небольшого озера, казавшегося черным из-за торфяного дна. Вода в озере тем не менее была прозрачной, и гефиростегус мог видеть, как вблизи дна проплывает **долихосома** — другой стегоцефал, обладавший, в отличие от гефиростегуса, длинным безногим змеевидным телом. Ноги долихосоме были не нужны, поскольку по



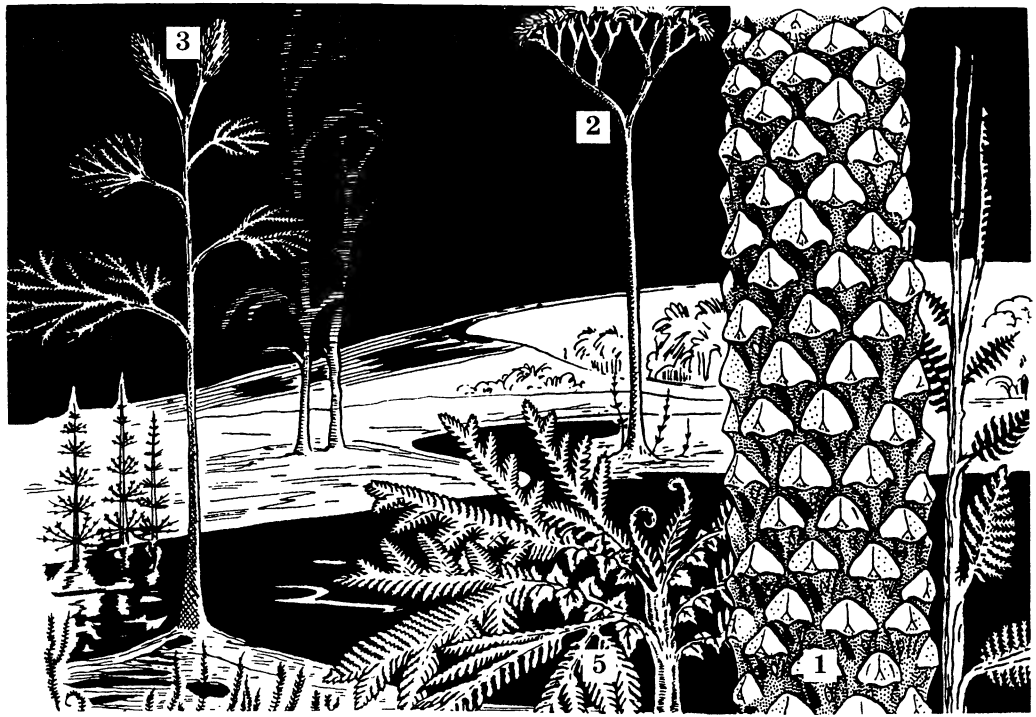
Голова костной лучепёрой рыбы нематоптихиус гриноки из группы палеонисков

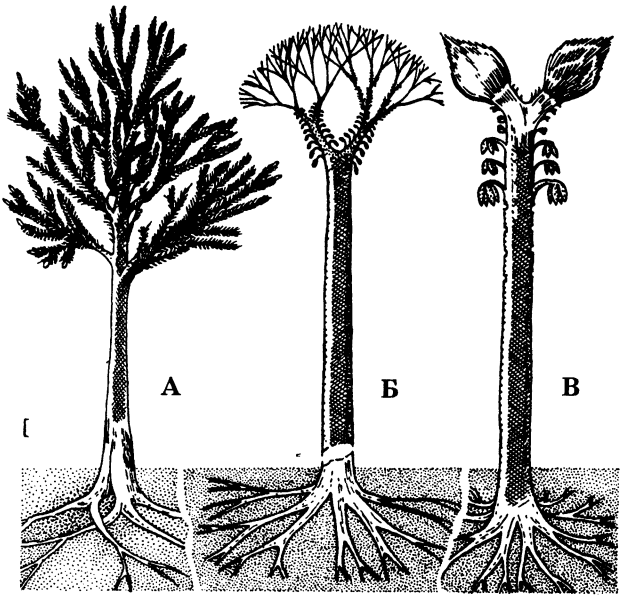
образу жизни она напоминала современных водяных змей. Здесь же рылись в илистом дне в поисках пищи водные личинки различных насекомых. За ними и охотилась долихосома. На глубине, там, где дна уже не было видно, в сумраке водной толщи то и дело мелькали серебристые спинки **амблиптерусов**, рыб из группы **палеонисков** с прочной ромбической чешуей.

Палеониски широко распространились в морских и пресноводных водоемах **каменноугольного и пермского периодов**. Эти рыбы были быстрыми и ловкими хищниками, однако в мезозое им пришлось уступить пальму первенства другим группам **костистых рыб**, прежде всего столь широко распространенным сегодня рыбам из группы **неоптеригий**.

За озером из песчаной отмели тянулись вверх к лучам солнца побеги **каламитов** — **членистостебельных** растений, отдаленных родственников современных хвощей. Их полые стволы, разделенные на узлы и междоузлия, возвышались над водой на добрый десяток метров. От каждого узла отходили боковые

Каменноугольный ландшафт. Чтобы показать формы роста различных растений, заросли специально изображены менее густыми, чем они были на самом деле. 1 — ствол и (2) общий вид древовидного плауновидного синхизидендрон дицентрикум, описанного и реконструированного американским палеоботаником Уильямом Димайклом; 3 — древовидное плауновидное диафородендрон склеротикум (также реконструированное Димайклом); 4 — поросль каламитов. Растения с перистыми листьями на переднем плане — это не папоротники, как можно было бы подумать, а птеридоспермы, голосеменные растения (5 — одонтоптерис, 6 — алетоптерис)


3
2
4
5
1
6



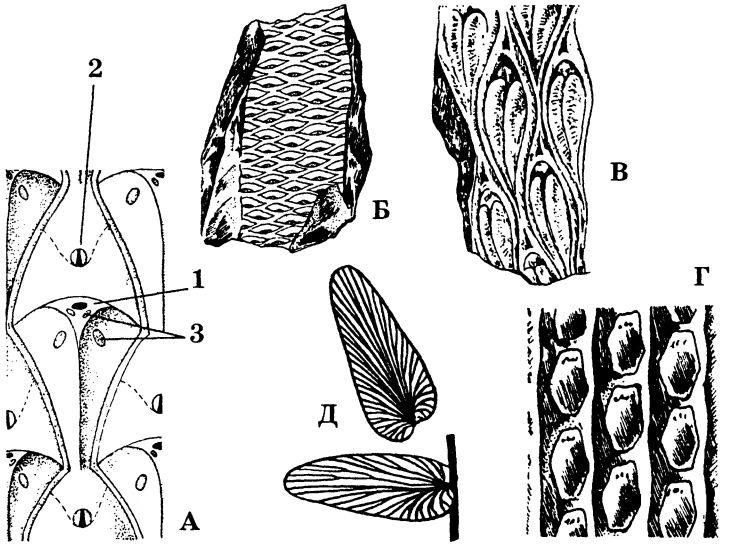
Внешний облик некоторых каменноугольных плауновидных. А — лепидофлойоз с моноподиально ветвящимся стволом и стробилами, располагающимися на концах ветвей; Б — ботродендрон с многократно дихотомически ветвящимся стволом и ветвями с мелкими игольчатыми листьями (филлоидами); стробилы располагаются продольными рядами на стволе и нижних частях ветвей; В — улодендрон с однократно дихотомирующим стволом и собраниями стробилов, располагающихся в два ряда на стволе; длинные листья собраны в большие пучки на верхушке ствола. А — по М. Д. Залесскому, Б, В — по: Hirmer, 1927, с изм. Длина масштабной линейки — 1 м

ветви, тоже членистые, образующие многоярусные горизонтальные «зонтики» вокруг основного ствола. На ветвях каламитов располагались листья в виде изящных радиально-симметричных мутовок из отдельных ланцетовидных сегментов. На кончиках ветвей были видны спороношения в виде **стробилов**,

или спороносных «колосков», каждый из которых достигал пяти–десяти сантиметров длины. Стволы каламитов уходили под воду и в песок отмели, а там присоединялись к сложно переплетавшимся подземным побегам.

За зарослями каламитов возвышались колоннообразные стволы лепидодендронов и их многочисленных и разнообразных родственников, определявших облик экваториальных лесов каменноугольного периода. Кроме лепидодендронов здесь были сигиллярии с копной крупных, длинных и острых листьев на верхушке, а также ботродендроны со свисающими по бокам стволов спороносными органами. Все эти растения, достигавшие двадцати–тридцати метров в высоту и полутора – двух, а то и более метров в поперечнике у основания ствола, удерживались в мягком болотистом грунте с помощью стигмарий — корневых поддержек, образовывавших систему сложных ответвлений нижней части ствола, вильчато ветвившихся в горизонтальной плоскости. На стигмариях располагались небольшие трубчатые аппендиксы, которые, собственно, и выполняли функцию настоящих корней — поглощали воду с растворенными в ней минеральными веществами.

На высоте около двадцати метров стволы лепидодендронов начинали ветвиться, образуя шатер из ветвей, покрытых небольшими заостренными листьями. Там, где листья отпадали от старых частей ствола и ветвей, на поверхности коры оставался ромбический узор,



А — строение листовой подушки лепидодендрона, одного из наиболее широко распространенных представителей древовидных плаунов каменноугольного периода. 1 — рубец, оставшийся от прикрепления филлоида (листа) лепидодендрона; 2 — вместилище лигулы, образования, необходимого для жизни растения в гиперувлажненной среде; 3 — выходы воздухоносных тканей.
Б — отпечаток побега древовидного плауна из рода лепидофлойоз.
В — окаменелая кора лепидодендрона.
Г — кора сигиллярии, еще одного каменноугольного плауновидного.
Д — листья невроптериса, голосеменного растения из группы птеридоспермов («семенных папоротников»)

образованный листовыми подушками — слегка приподнятыми площадками, к которым и прикреплялись листья. С концов ветвей свешивались спороносные органы, слегка напоминавшие шишки.

И каламиты, и лепидодендроны, как и большинство других растений болотистых ле-

сов экваториального пояса того времени, были споровыми растениями. У лепидодендронов имелась и еще одна интересная особенность — у них была чрезвычайно слабо развита древесина, а опорную функцию, как это ни странно, несла толстая кора.

В нижнем ярусе леса под сенью лепидодендронов ютились другие споровые растения — **папоротники**, современные представители ко-

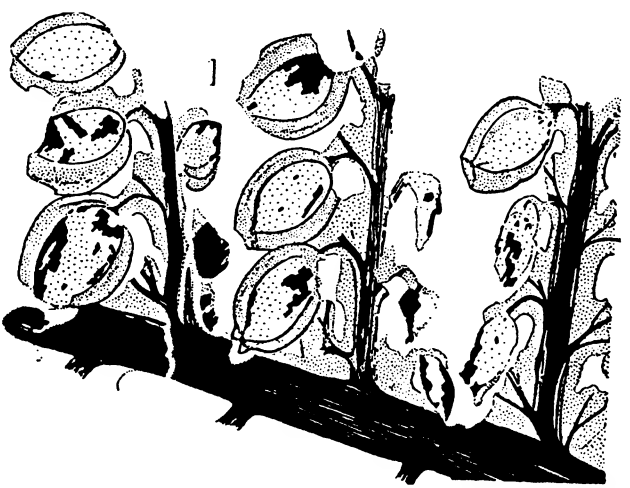
Внешний облик тригонокарпового птеридосперма рода медуллоза. Медуллозовые птеридоспермы образовывали подлесок каменноугольных и раннепермских лесов. Некоторые из видов медуллозовых были приспособлены к произрастанию в относительно сухих мезо-ксерофильных экотопах. По: Andrews, 1947, с изм.

Еще один представитель тригонокарповых птеридоспермов — одонтоптерис малый с характерными дихотомирующими сложноперистыми листьями и треугольными сегментами-афлебиями, расположенными в основании листьев. Молодые листья на верхушке растения еще скручены в спирали для защиты молодых тканей в меристематических зонах (зонах роста)

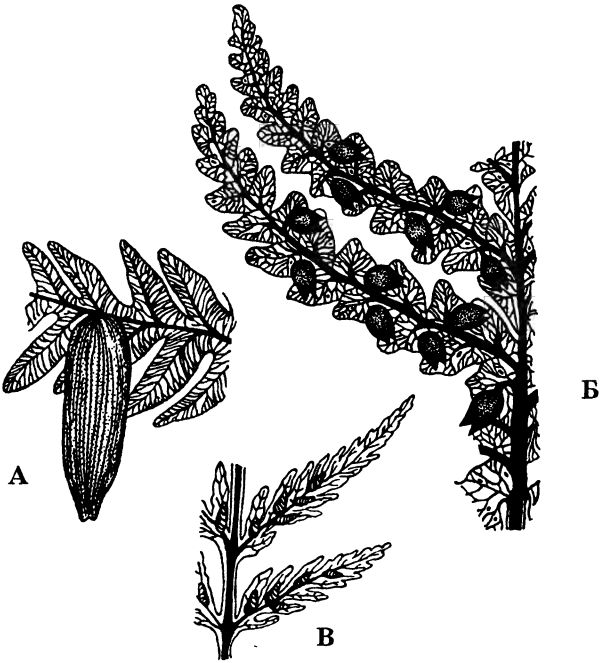
торых всем хорошо известны. Некоторые из них были травянистыми, другие — лианоподобными, третьи поднимались над поверхностью субстрата на так называемых «воздушных» корнях, которые, переплетаясь, образовывали подобие ствола. На более возвышенных и сухих местах были видны другие растения с перистыми листьями, очень напоминавшими листья па-

поротников. Однако на листьях сидели семена! Это сравнительно недавнее изобретение природы — **птеридоспермы**, или, как их еще называют, «семенные папоротники».

К настоящим папоротникам птеридоспермы не имеют никакого отношения. Листья птеридоспермов и папоротников обладают только поверхностным сходством, а сами эти растения принадлежали к разным группам. Вместе с тем под пологом каменноугольного леса и папоротникам, и птеридоспермам приходилось выживать в сходных условиях. Поэтому птеридоспермы дали тот же спектр жиз-



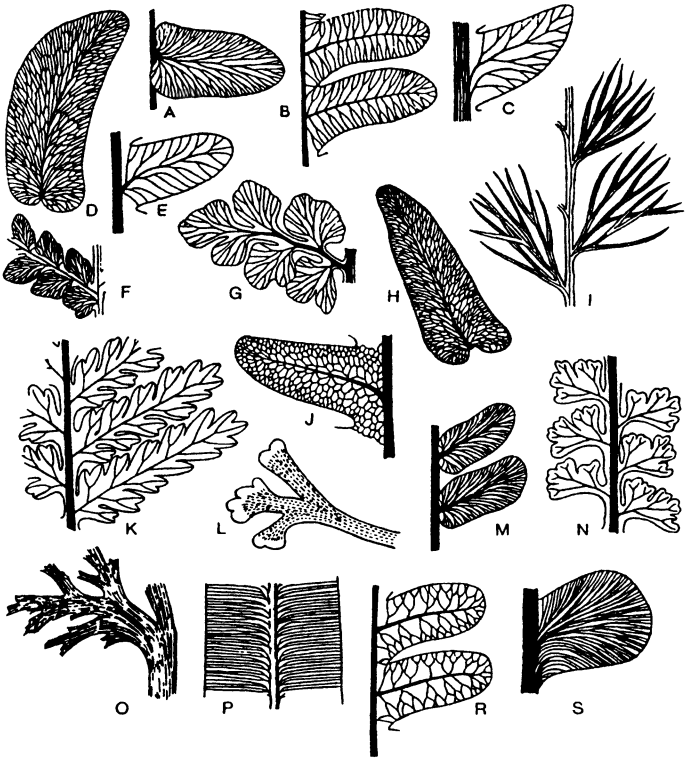
Отпечаток листа птеридосперма вида диксонитес Плюкенетта; хорошо видны прикрепляющиеся к листовой пластинке семена с крыловидными выростами по краям. К каждому семени подходит боковая жилка для обеспечения семени (а значит, и проростка будущего растения) необходимыми питательными веществами и влагой. По: Meyen, Lemoigne, 1986, с изм.
Длина масштабной линейки — 1 мм



Различные птеридоспермы из пермских отложений Китая. А — алетоптерис Норина, часть сложноперистого листа с семязачатком, сохранившимся в прикреплении к рахису пера последнего порядка; Б — эмплектоптерис триангулярис, часть сложноперистого листа с многочисленными семенами, прикрепленными к рахисам перьев; В — лист птеридосперма сфеноптерис тенуис с мелкими семязачатками; по: Halle, 1927

ненных форм, что и каменноугольные папоротники: среди них были и древовидные формы, и лианы.

Со стрекотанием огромных метровых крыльев над поверхностью озерца пронеслась, напугав задремавшего гефиростегуса, хищная **стрекоза меганевра** — одно из первых наземных существ, уверенно освоивших воздушное



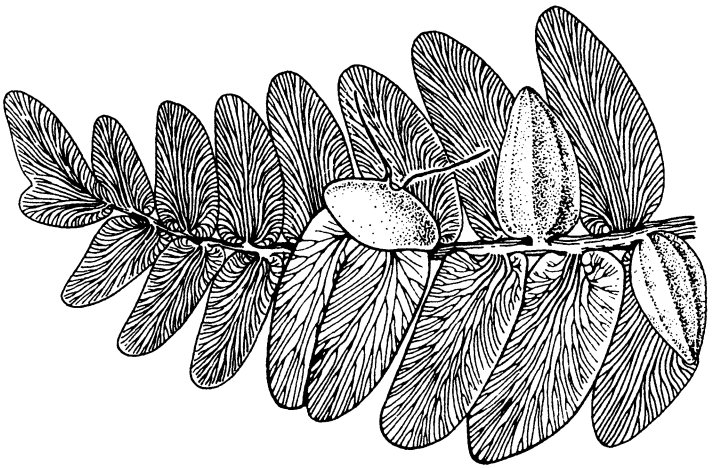
Различные типы перышек (сегментов последнего порядка) каменноугольных и пермских папоротников и птеридоспермов (когда не известно точно, принадлежали ли данные конкретные листья папоротнику или, наоборот, птеридосперму, палеоботаники часто используют термин «птеридофилл», то есть «растение с папоротниковидной листвой»).

A — миксоневра; B — алетоптерис; C — лескуроптерис (сходные по общей морфологии перышки характерны также для рода кладофлебис); D — линоптерис; E — пекоптерис; F — мариоптерис; G — эусфеноптерис; H — ретикулоптерис; I — родея (листья близкого строения характерны также для рода дихофиллум); J — ретикулоптерис; K — сфеноптерис; L — афлебоидный лист; M — невроптерис; N — аллойоптерис; O — афлебия; P — тэниоптерис; R — лонхоптерис; S — одонтоптерис и маргаритоптерис. По: Taylor, 1981; из Пфефферкорна (Pfefferkorn, 1981)

пространство. Физиологические особенности насекомых не позволяют им сейчас достигать больших размеров. Насекомые дышат посредством трахей — мелких трубочек в теле, воздух в которые поступает в основном благодаря внешнему давлению. Эффективно использовать такую систему можно только при малых размерах тела или высоком содержании кислорода в воздухе. Гигантизм, широко распространенный среди каменноугольных насекомых, косвенным образом указывает на то, что, возможно, в карбоне воздух был более насыщен кислородом.

На другом берегу озера среди перегнивающих остатков коры лепидодендронов вдруг обозначилось какое-то движение. Еще несколько секунд — и по упавшему стволу заструилось, засеменило лапками гигантское членистое тело. Это двупарноногая **многоножка** из рода **артроплевра**. Размером артроплевра была не меньше человека — около двух метров в длину и тридцать–сорок сантиметров в ширину. Однако гефиростегусу, как и другим жителям леса, она была не очень страшна, так как питалась полусгнившими разлагающимися частями растений.

Вообще говоря, членистоногих кругом было множество. Однако заметить их было не так-то просто. На коре лепидодендрона притаился паук, узор на спине которого повторял рельеф листовой подушки лепидодендрона. Свои ножки паук спрятал в желобки между



Таракан филомилакрис Виллета, притаившийся на листе тригонокарпового птеридосперма одонтоптерис мозолистый

соседними листовыми подушками. Хищнику отыскать ловко замаскировавшуюся жертву было очень непросто. А вот какое-нибудь зазевавшееся мелкое насекомое может подбежать к такому пауку очень близко — как раз на расстояние броска.

На рахисе пера **тригонокарпового птеридосперма** вида **одонтоптерис мозолистый** сидит другой хитрец — **таракан филомилакрис Виллета.** Жилки на крыльях таракана довольно точно имитируют жилкование перышек одонтоптериса. Это один из древнейших примеров мимикрии, ловкой маскировки животного, способствующей его выживанию в условиях напряженной борьбы за существование.

Да и самого гефиростегуса, замершего на пне среди прелых кусков коры и побегов мха,

разглядеть непросто. Золотистые глазки, не мигая, смотрят на жизнь каменноугольного леса, в котором то тут, то там по шевелению в листве и мхе угадывается борьба за существование.

Внезапно по поверхности лесного озерца пошли волны от крупного торпедообразного тела, бросившегося из глубины на стайку рыб-амблиптерусов. Примитивная пресноводная **акула-плеврокант** с мощным шипом над спинным плавником и острейшими двухвершинковыми зубами выследила из глубины долгожданную добычу.

Все замерло, и только в глубине леса слышался громкий шорох да потрескивание старых ветвей под чем-то большим и тяжелым. Это перебирался в озеро поглубже, а заодно и искал, чем бы поживиться, огромный четырехметровый стегоцефал **птероплакс**, сущест-

Так выглядели окрестности города Белой Калитвы (Ростовская область) 300 миллионов лет назад. «По пояс» в воде стоят каламиты, хорошо приспособленные к жизни в околоводных экотопах; по заболоченным берегам тянутся заросли древовидных плаунов со свисающими вниз спороносными стробилами; нижние части стволов этих растений многократно дихотомируют, образуя корневые поддержки — стигмарии, необходимые для прочного укрепления массивных стволов в мягком грунте; по стволам плауновидных растений вьются лиановидные птеридоспермы; другие птеридоспермы вместе с древовидными папоротниками образуют нижний ярус леса, «подлесок»; на одном из лепидодендронов сидит гигантская стрекоза меганевра с метровым размахом крыльев, по стволам поваленных деревьев бегают огромные пауки, а по торфянистому субстрату в лучах солнца, нагревающего болотные испарения, ползают различные стегоцефалы, истинные хозяева каменноугольных болот

во куда более жуткое, чем его мелкий двоюродный брат гефиростегус.

Солнце постепенно стало заходить за переплетенные кроны. В его последних красноватых лучах, слабо отражающихся от поверхности воды, гефиростегус осторожно сполз вниз, съев по дороге мелкого первичнобескрылого насекомого, очень кстати выползшего из-под старой коры, и направился в свою родную норку под влажными корнями скоротать еще одну ночь в тепле и сумраке каменноугольного леса.

ЯЩЕР С СОЛНЕЧНОЙ БАТАРЕЕЙ

Самый высокоорганизованный обитатель каменноугольного леса — **эдафозавр**, относящийся, в отличие от различных стегоцефалов, кишевших в карбоновых лесах, к настоящим **пресмыкающимся**. На спине эдафозавра, пред-

Эдафозавр

Эдафозавр

ставителя группы **пеликозавров**, возвышался «парус», образованный гипертрофированными остистыми отростками спинных позвонков, укрепленных небольшими дополнительными поперечными выростами. Судя по некоторым признакам, парус был необходим эдафозаврам и их родственникам для быстрого нагревания или охлаждения тела. Он был некоторым подобием примитивного, но довольно эффективного терморегулятора. После прохлады каменноугольной ночи эдафозавр подставлял парус первым лучам восходящего солнца, и оцепеневшее тело ящера быстро наливалось теплом, необходимым для активизации жизненных процессов. Когда через несколько часов приходил полуденный зной, эдафозавр залезал на гребень какой-нибудь скалы, выступающей из «зелено-

го океана» тропического каменноугольного леса, и подставлял свой парус освежающему ветерку. Несколько минут приятной воздушной ванны — и вот уже эдафозавр избавился от перегрева.

ЖИЗНЬ ВНЕ ЭКВАТОРА

Конечно, не надо думать, что в **каменноугольном периоде** климат на всей Земле был одинаково жарким и влажным. К северу и к югу от экваториальных болот с зарослями **древовидных хвощей** и **плаунов** простирались обширные пространства, занятые совершенно иной растительностью.

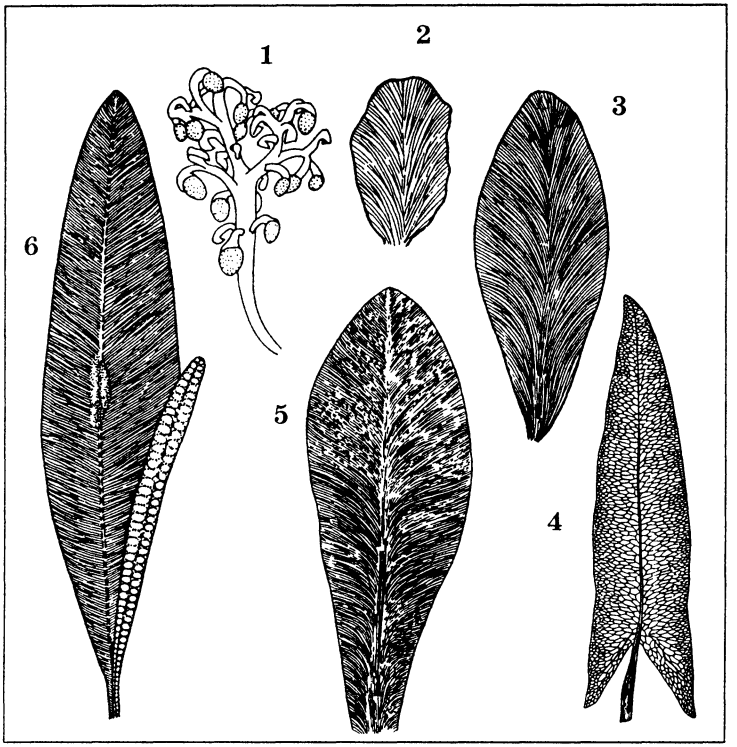
На севере огромного **Лавразийского суперматерика**, объединявшего в каменноугольном периоде Северную Америку и большую часть современной Евразии, располагалась зона более холодного, умеренного климата, со сменой сезонов. В южной части этой зоны влажные сезоны чередовались с сухими, в северной — холодные сезоны с относительно теплыми.

Здесь произрастали растения, сильно отличавшиеся от растений каменноугольных болот экваториального пояса. Наиболее своеобразная флора была характерна для **Ангарской области**, находившейся к северо-востоку от тогда еще молодых Уральских гор. Там росли древовидные **голосеменные** с длинными ланцетовидными листьями и сложными семеносными органами. Эти голосеменные были отнесены

известнейшим специалистом по палеозойским флорам **Марией Фридриховной Нейбург** к особому порядку **войновскиевых**, не имеющих прямых родственников среди современных голосеменных.

Еще более своеобразная растительность развилась в течение каменноугольного периода к югу от экваториального пояса, на другом суперматерике, названном геологами **Гондваной**. Гондвана объединяла континенты Южного полушария: Южную Америку, Африку, Австралию, Антарктиду и вдобавок Индию, в те времена еще отделенную от Евразии. На всех этих материках были найдены остатки растения, относящегося к роду **глоссоптерис**, что и заставило геологов предположить, что когда-то эти материки составляли единое целое.

Флору **карбона** и **перми** Гондваны нередко называют также **глоссоптериевой флорой** — по роду глоссоптерис, представители которого, а также их ближайшие родственники, доминировали в лесах Гондваны. Помимо глоссоптерид, во флорах Гондваны присутствуют представители и других групп растений (правда, их несоизмеримо меньше, чем глоссоптерид). Среди них можно назвать **членистостебельные** растения **раниганию** и **леслотеку, клинолистники** вида **тризигия прекрасная**, а также голосеменные растения с кордаитоподобными листьями, относящимися к роду **неггератиопсис**. Недавно у гондванских представителей неггератиопсиса были обнаружены так называемые

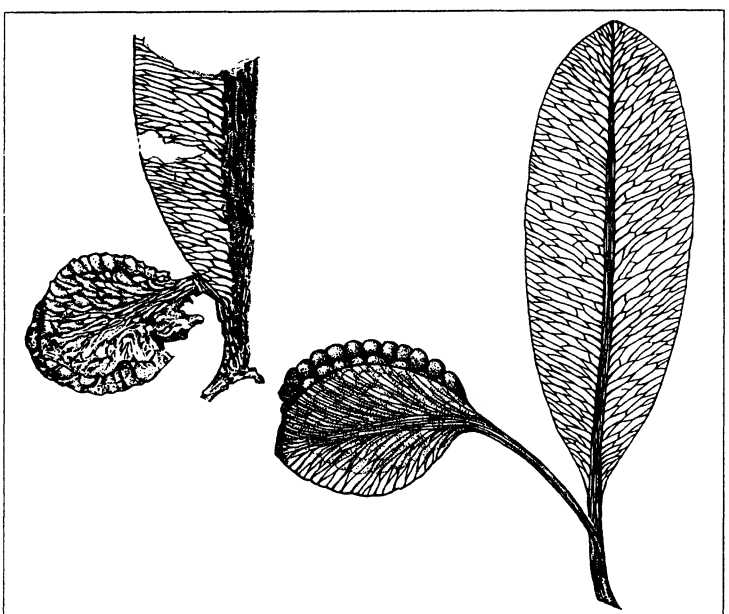


Листья некоторых из позднепалеозойских растений южного суперматерика того времени — Гондваны.
1 — генеративный орган вида арберия минасика, одними учеными рассматриваемый как орган размножения глоссоптерид, а другими — как примитивный семеносный орган древних родственников гинкговых; 2 — лист рубиджея, очень похожий на лист рода гангамоптерис (группа глоссоптерид), но без анастомозов, маленьких перемычек между соседними жилками; 3 — лист гангамоптерис; 4 — лист глоссоптерис; 5 — лист белемноптерис; 6 — лист глоссоптерис с прикрепленным к нему генеративным органом сенотека. По разным авторам; из: Pant, 1982; McLoughlin, Drinnan, 1996; Meyen, 1987; с изм.

«дорсальные желобки» — особые погруженные участки эпидермы, в которых располагались устьица. Аналогичные дорсальные желобки

известны у другого рода кордаитоподобных листьев (**руфлория**), остатки которого характерны для позднепалеозойских отложений Ангариды. Кто знает, может быть, речь идет о родственных растениях.

О роде глоссоптерис можно прочитать во многих научно-популярных изданиях, посвященных истории жизни на Земле. Но где-то глоссоптерис называется папоротником (сразу же оговоримся, что это в принципе невер-



Генеративный орган скутум сахни, принадлежавший голосеменному растению с листьями глоссоптерис. Пермские отложения Гондваны. Слева показан отпечаток скутума на породе, справа — реконструкция скутума (обратите внимание на семена, заключенные внутри двустворчатой капсулы с листоподобными створками). По: Surange, Chandra, 1974; с изм.

но), где-то — **птеридоспермом** (вот это, пожалуй, ближе к действительности), а кое-где говорится, что глоссоптерис и его родственники дали начало **цветковым растениям.**

Давайте попробуем разобраться. К папоротникам глоссоптерис не имеет никакого отношения. Вместе с крупными ланцетовидными листьями с ложной средней жилкой и хорошо развитым сетчатым жилкованием, характерными для этого рода, а иногда и прямо на этих листьях встречаются генеративные органы, которые представляют собой капсулы, заключающие внутри себя семена. Раз есть семена, значит, перед нами не споровое растение, к которым относятся настоящие папоротники.

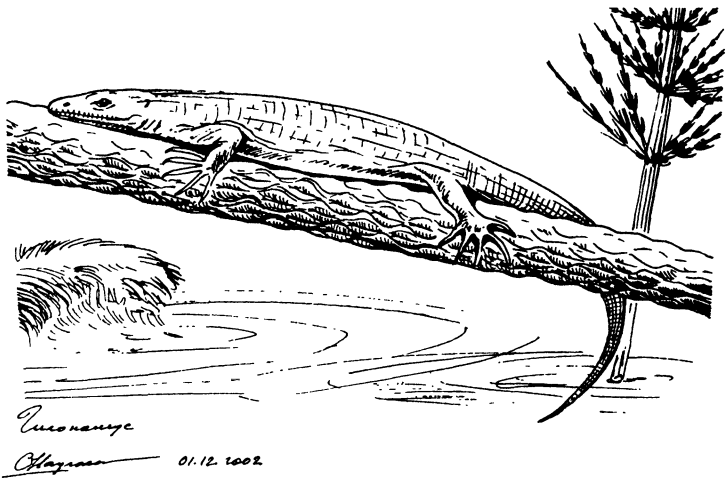
Можно было бы считать глоссоптерис и других его непосредственных родственников из карбона и перми Гондваны (например, роды **гангамоптерис** и **белемноптерис**) птеридоспермами. Для этой группы примитивных голосеменных растений характерны в различной степени модифицированные семеносные органы — от листьев с семенами до структур, уже отдаленно напоминающих шишки более высокоорганизованных голосеменных. Однако семеносные органы глоссоптерид слишком своеобразны, поэтому эту группу часто рассматривают отдельно от птеридоспермов. Вместе с тем, несмотря на то что семена у наиболее продвинутых глоссоптерид были заключены в нечто, отдаленно напоминавшее плод покрытосеменных, на роль предков цветковых

растений они тоже не очень-то подходят. Несомненным остается только то, что перед нами голосеменные растения, родственные птеридоспермам.

Климат Гондваны в каменноугольном периоде был прохладным, а временами даже очень холодным. Связано это было с тем, что из районов, близких к южному полюсу, периодически надвигался мощный покровный ледник, следы которого найдены на многих южных материках. Вот к северу от ледников, на перигляциальных (окололедниковых) равнинах, а также в речных долинах и произрастали глоссоптериды, имевшие вид невысоких кустарников или деревьев. Здесь же встречались немногочисленные папоротники и хвощи рода ранигания.

РЕПТИЛИИ — ВЕНЕЦ ТВОРЕНИЯ ПАЛЕОЗОЙСКОГО МИРА

Именно к **отложениям каменноугольного возраста** относятся остатки первых достоверных представителей **рептилий**, или, иначе, пресмыкающихся. Из них наиболее известны мелкие **гилономусы**, напоминавшие ящериц по форме и размеру тела. Остатки гилономусов вместе с другими интересными каменноугольными рептилиями (**вестлотиана Лиззи**) и земноводными-**стегоцефалами (баланерпетон Вуда**) были найдены в **угленосных отложениях**, обнажающихся в местечке **Джоггинс** в Но-



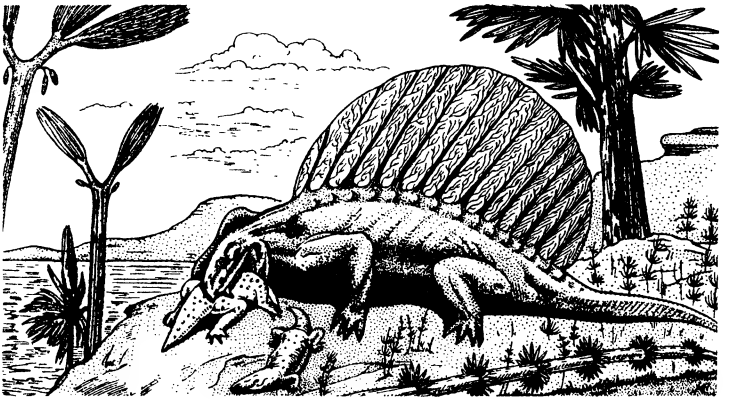
Одна из древнейших известных на сегодня рептилий — гилономус, достигавший в длину 20 см, — принимает солнечную ванну, удобно расположившись на молодом побеге лепидодендрона, согнувшемся над водой каменноугольного озерца. Справа — побег каламита с листьями, относящимися к формальному роду астерофиллитес

вой Шотландии (Канада). Интересно, что подавляющее большинство остатков гилономусов было обнаружено внутри пустотелых пней древовидных плауновидных растений — **сигиллярий**. Существует три основных объяснения того, как гилономусы попадали внутрь пней сигиллярий. Первое: животные просто обитали внутри своеобразных дупел, которые служили им убежищем и защитой от многочисленных опасностей, подстерегавших мелких пресмыкающихся в первобытном лесу. Второе: животные попадали в естественные ловушки, проваливаясь внутрь полусгнивших пней, а выбраться наружу уже не могли. Тре-

тье: животные прятались внутри пней от бушевавших лесных пожаров.

К концу каменноугольного периода разнообразие рептилий стало неуклонно увеличиваться. Появились различные **котилозавры**, еще сохранявшие в своем строении многие черты амфибий, а также **пеликозавры**, о которых мы уже упоминали, с высоким гребнем на спине, состоявшим из остистых отростков позвонков и натянутой между ними кожистой перепонки. Подставляя под солнечные лучи этот гребень, который называют еще и «парусом», ящер получал возможность регулировать температуру своего тела, поскольку перепонка скорее всего была пронизана сетью кровеносных сосудов. В карбоне пеликозавры были представлены растительноядными **эдафозаврами**, однако в **пермском периоде** в этой же группе появились и хищники, например

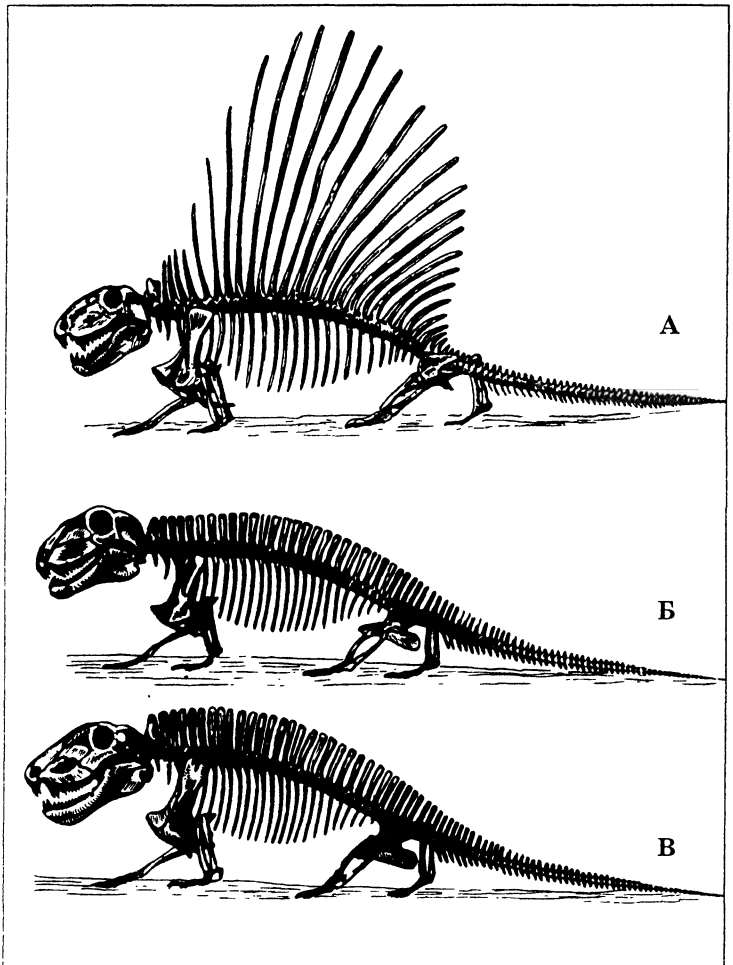
Хищный пеликозавр рода сфенакодон, обитавший в пермском периоде на территории Северной Америки. Очень похожие формы известны и из нижнепермских отложений Западной Европы



Диметродон на охоте. Сегодня диметродону попался стегоцефал, неосторожно выползший на сушу из своего родного озера. Второй стегоцефал пытается улизнуть от страшного хищника, но вряд ли ему удастся это сделать на своих коротких неловких лапках. Из представителей растительного мира начала пермского периода на рисунке показаны лежащий на земле древовидный каламит, реликтовые представители сигиллярий со свисающими вниз спороносными «колосками» — стробилами и пучками длинных и узких листьев на верхушке крон. Кроме сигиллярий, видны два кордаита, относящихся к голосеменным растениям. Длинные мечевидные листья кордаитов достигали в длину полуметра

широко известный **диметродон**, появились также и его менее знаменитые собратья **хаптодус** и **сфенакодон**.

Несмотря на внешний облик, типичный для пеликозавров, у сфенакодона еще не было настоящего спинного «паруса», хотя остистые отростки спинных позвонков были уже заметно лучше развиты, чем у других пермских рептилий. Сфенакодон достигал в длину более двух метров и, без сомнения, был грозным хищником, устрашавшим мелких рептилий и стегоце-



Скелеты некоторых представителей хищных пеликозавров из нижнепермских отложений Северной Америки. А — диметродон, один из самых широко известных пеликозавров с большим «парусом» на спине, образованным остистыми отростками спинных позвонков и натягивавшейся между ними перепонкой; Б — сфенакодон ферокс без спинного «паруса»; В — сфенакодон фероклор с увеличенными в размерах остистыми отростками спинных позвонков

фалов пермского периода. Сфенакодон, как и другие пеликозавры, относился к синапсидным рептилиям и имел некоторые признаки (например, дифференцированную зубную систему), которые сближали его с отдаленными предками млекопитающих.

У рептилий в отличие от предшествовавших им амфибий-стегоцефалов было много преимуществ, обусловленных новыми прогрессивными чертами строения. Амфибиям необходима водная среда для откладывания икринок, дающих начало следующему поколению. Пресмыкающиеся откладывают яйца в твердой и плотной скорлупе. Эмбрион внутри яйца обладает уже собственным запасом воды и питательных веществ, поэтому он почти не зависит от окружающей среды. Покровы тела у пресмыкающихся также плотные, сухие и, как правило, чешуйчатые, что позволяет им избегать излишних потерь влаги при наземном образе жизни. Кроме того, у рептилий укрепились кости скелета, конечности стали более приспособлены для передвижения по суше. Они позволяли хозяевам не только ползать по грунту, но также уверенно ходить и даже быстро бегать. Выдержать конкуренцию с такими противниками медлительным и привязанным к водной стихии стегоцефалам было невозможно. Поэтому к концу **палеозойской эры** количество и разнообразие стегоцефалов начали неуклонно снижаться.

ВРЕМЯ ПУСТЫНЬ

Начало **пермского периода** ознаменовалось постепенным изменением климата на Земле. Климат стал суше и жарче, особенно в приэкваториальных районах. Леса, состоявшие из гигантских плаунов, хвощей и папоротников, постепенно стали сходить на нет. Вместо них на огромных просторах **Лавразии** и северной части **Гондваны**, которые слились к этому времени в единый материк **Пангею**, появились ландшафты нового типа. Довольно большие пространства к середине пермского периода были заняты пустынями, совсем не похожими на современные пустыни.

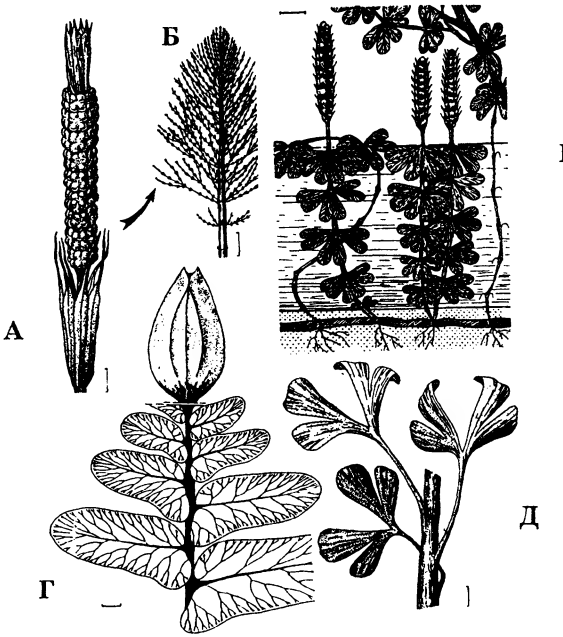
Пермские пустыни, пожалуй, были менее обжитыми. Животных и растений, хорошо приспособленных к недостатку влаги, тогда еще было очень мало. Те, кому удалось приспособиться к дефициту воды, обитали в предгорных областях, где еще оставались реки, стекающие с гор, обитали они также и в бессточных котловинах с периодически пересыхавшими плайевыми озерами. Вот тут-то и пригодились **рептилиям**, а также уже широко распространившимся по Земле **голосеменным** растениям свойства, предоставлявшие им некоторую независимость от водной среды.

Среди растений наибольшее распространение получили **птеридоспермы** из группы **пельтаспермовых** и **вальхиевые хвойные**. Видимо, в это же время появляются и первые **гинкго-**

Споровые растения раннепермской эпохи, произраставшие в Приуралье, на юго-западной окраине Ангариды, занимавшей северо-восточную оконечность Пангеи. На переднем плане — спороношения хвощеобразных рода эквизетиностахис, а также вегетативные побеги, относимые к формальному роду филлотека. Справа, на небольшом возвышении, растет древовидный маратциевый папоротник. На заднем плане, на другой стороне пермской лагуны, видны береговые хребты молодых Уральских гор

вые. Современный **гинкго двулопастный**, живое ископаемое, также известное под названием «серебрянный абрикос», уходит своими филогенетическими корнями именно к концу палеозойской эры, в пермский период. Кроме того, сохранялись и некоторые группы каменноугольных растений, **плауновидные, папоротники** и **хвощи**, относившиеся к древним семействам, но эти растения сильно мельчали и встречались только в убежищах-рефугиумах, где недостаток воды ощущался не так сильно.

В пермском периоде древние представители плауновидных растений, такие как **лепидодендроны, ботродендроны, сигиллярии**, постепенно вымирают, а им на смену приходят новые группы плауновидных, в частности самые первые представители семейства **плевромейевых**, широко распространившегося по нашей планете в последующем, триасовом периоде. На рисунке (с. 177) изображены прибрежные заросли **вячеславии воркутской**, плауновидного, очень характерного для отложений нижней части **уфимского яруса** (верхняя пермь). Вячеславия, судя по некоторым деталям строения спорофиллов и листовых рубцов, принадлежала к плевромейевым, и была вместе с раннепермским видом садовниковия белемноидес одним из первых представителей этого семейства. По своим размерам вячеславия значительно уступала гигантским двадцати- и тридцатиметровым каменноугольным лепидодендронам, но все же была древовидным

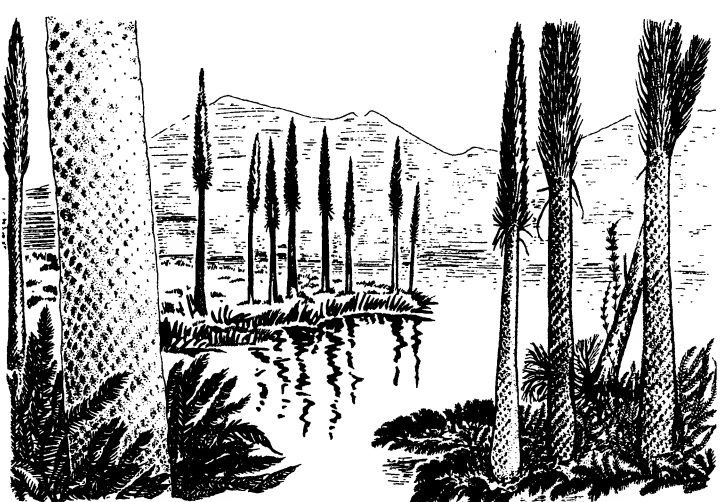


Различные представители высших растений пермского периода. А, Б — спороносный «колосок» в виде терминальной фертильной зоны (А) и форма кроны (Б) хвощеобразного, относящегося к виду паракаламитина стриата. У паракаламитины, в отличие от изображенного на предыдущем рисунке эквизетиностахиса, многоярусные фертильные зоны редуцировались до единственной фертильной зоны с хохолком стерильных листьев на верхушке. Дальнейшие процессы редукции привели к исчезновению листьев на верхушке побега (как говорят ботаники, к исчезновению активных меристем) и образованию настоящего стробила, характерного для современного хвоща. В — пермские клинолистники вида сфенофиллум биармикум, образовывавшие заросли в водных и полуводных растительных ассоциациях в раннепермскую эпоху в Приуралье; Г — один из последних тригонокарповых птеридоспермов, вымерших в отличие от пельтаспермовых в пермском периоде. Это растение отнесено к виду деметрокарпус лимбатус. Д — листья раннепермского растения керпии крупнолопастной, сочетавшего признаки пельтаспермовых птеридоспермов и гинкговых.

Длина масштабной линейки — 1 см (А, В — Д), 10 см (В)

растением высотой около 4–5 метров при среднем диаметре стволов 20–30 см.

Из наземных животных перми в первую очередь необходимо упомянуть различных пресмыкающихся. Широкое распространение получили **котилозавры**, представленные даже довольно крупными формами, например **парейазаврами**, достигавшими трех–четырех метров в длину. Однако наиболее многочисленны и разнообразны в пермских отложениях **зверообразные рептилии**, среди которых были и мелкие формы, размером с кошку, и гигантские хищники, например, всем известная **иностранцевия** с дециметровыми клыками. Пермские животные обитали в обширных оазисах, располагавшихся в бессточных котловинах или по берегам вре-



Вячеславия воркутская

Парадунбария и ископаемая многоножка

менных водотоков, оживавших во время сезонных дождей.

Настоящий расцвет в конце палеозойской эры испытали представители древних групп

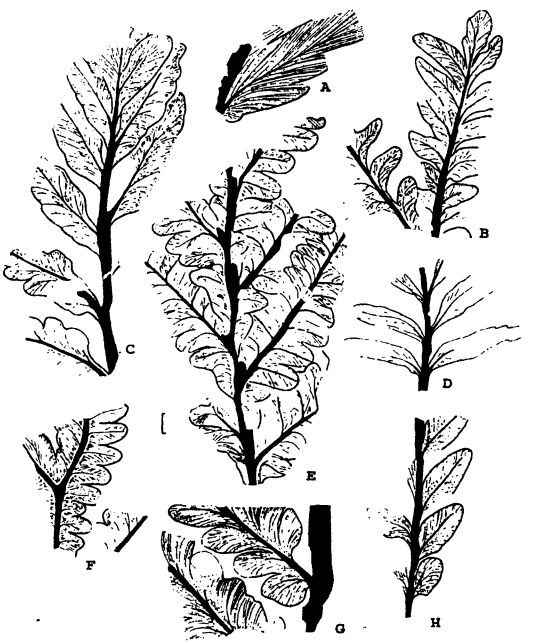
насекомых. Парадунбария из отряда **палеодиктиоптер** была приспособлена к прокалыванию семязачатков и спорангиев растений тонким хоботком, снабженным специальными стилетами. После того как спорангий или семязачаток пробуравлены, из них можно начать высасывать содержимое, богатое углеводами и белками. Кроме насекомых, на пермской суше обитали и другие **членистоногие**, например **многоножки**. Они охотно объедали листья растений, еще не научившихся защищаться от таких листогрызов. На приведенном рисунке (с. 178) многоножка взбирается по листу **папоротника принадаэоптерис** в поисках мягких и сочных растительных тканей.

ТАКИЕ РАЗНЫЕ ПТЕРИДОСПЕРМЫ

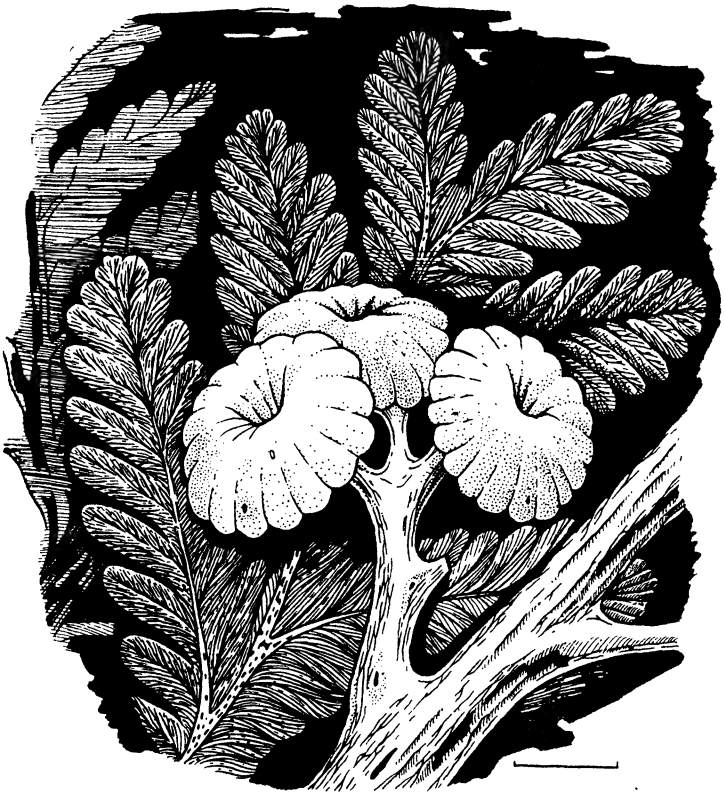
Первые **пельтаспермовые**, появившись в самом конце каменноугольного периода, в **пермском периоде** стали одними из самых широко распространенных растений. Хорошо изучены остатки растений из группы **каллиптерид**. Внешне листья каллиптерид похожи на папоротниковые, однако генеративные органы этих растений были уже довольно сложно организованными. В отличие от семеносных органов большинства каменноугольных птеридоспермов, представлявших собой обычные листья с сидящими на них семенами, семеносные органы каллиптерид были более специализированными. Семена каллиптерид сидели на семен-

ных дисках, или пельтоидах, напоминавших своим обликом грибок на ножке со свисающими с нижней поверхности шляпки семенами. Сами пельтоиды могли образовывать довольно сложные конструкции, располагаясь на фертильном побеге в виде кистевидных или головчатых собраний.

Для развитых листьев каллиптерид характерно наличие вильчатой верхушки, образованной перевершиниванием одного приверхушечного пера последнего порядка другим пером. Еще один характерный признак строения листьев каллиптерид — присутствие



Листья каллиптерид, относящихся к семейству пельтаспермовых птеридоспермов



Семеносные органы (женские фруктификации) каллиптерид, характерных для пермских отложений Приуралья, — пельтоиды, образующие головчатое собрание. На заднем плане показана вайя с вильчатой верхушкой, принадлежавшая тому же растению. Длина масштабной линейки — 1 см

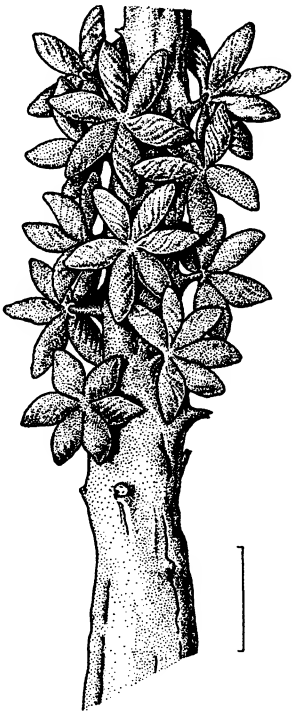
промежуточных, или интеркалирующих, перышек, прикрепляющихся непосредственно к рахису вайи между основаниями перьев последнего порядка.

Интересно, что даже в рахисах («черешках») листьев каллиптерид совсем недавно бы-

Строение вайи пельтаспермового птеридосперма из группы каллиптерид

ла обнаружена вторичная древесина. То есть не только ветви каллиптерид могли утолщаться по мере роста, но и черешки листьев! Это, с од-

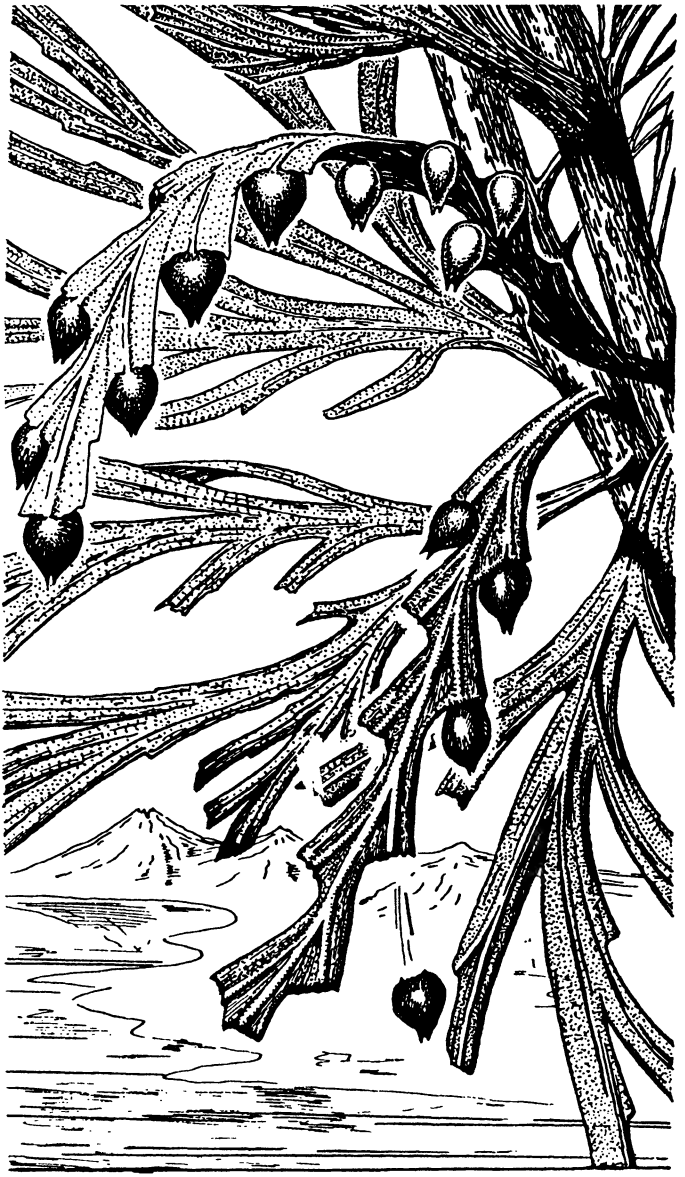
ной стороны, указывает на то, что вайи каллиптерид не опадали после сезона активной вегетации, а, скорее, просто обламывались у основания, как ветви большинства современных голосеменных растений (особенно это характерно для хвойных). С другой стороны, наличие вторичной древесины в рахисах сложноперистых листьев каллиптерид говорит в пользу того, что сами растения были вечнозелеными. Скорее всего, в основании рахисов или, может быть, даже прямо на стволе сидели генеративные органы каллиптерид — собрания пельтоидов и синангиев (то есть женские и мужские органы размножения). Были ли каллиптериды двудомными или однодомными растениями, мы пока не знаем.



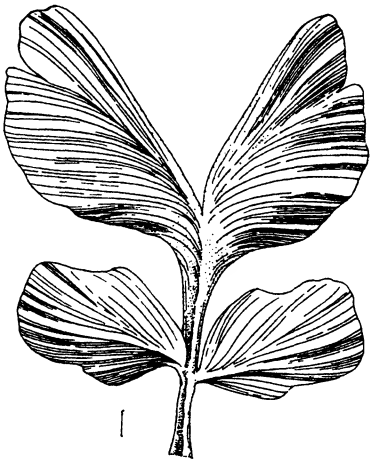
Реконструкция мужской фруктификации пельтаспермового птеридосперма из пермских отложений Приуралья с синангиями в виде звездчатых собраний спорангиев, в которых формировалась пыльца. Длина масштабной линейки — 1 см. По: Krassilov, Afonin, Naugolnykh, 1999

С пельтаспермовыми условно сближается еще один вид птеридоспермов, известный по листьям и генеративным органам. Это

Общий облик растения из группы каллиптерид. К толстому стволу, образованному вторичной древесиной, прикрепляются молодые вайи с обычным (перистым) расположением перьев на верхушках листьев (перевершинивание, приводящее к образованию вильчатой верхушки, закладывается на более поздних стадиях развития растения). Самые молодые вайи, расположенные на верхушке ствола, еще скручены в спираль. На заднем плане видны острые пики еще молодых и высоких Уральских гор (Палеоурала пермского периода)



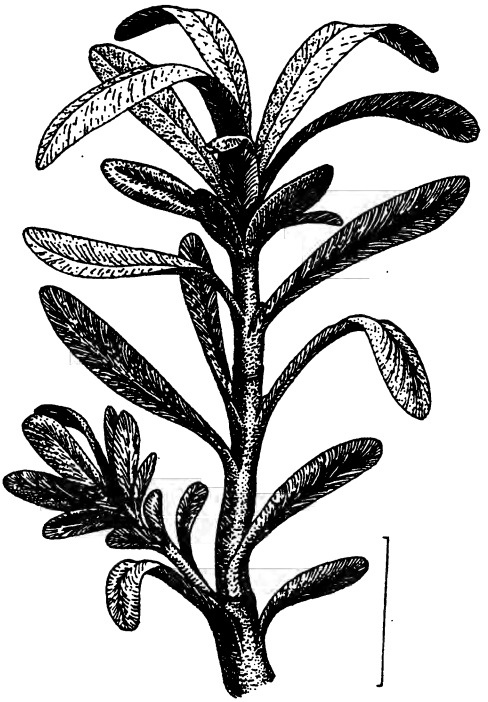
Альтернопсис узкий



Лист псигмофиллума распростёртого

растение описано как **альтернопсис стрикта** (или чередовник узкий — так переводится его название на русский язык). Генеративные органы альтернопсиса представляют собой листоподобные пластинки (скорее всего, они были даже фотосинтезирующими), к краям которых прикреплялись семена. Сейчас описано еще несколько форм птеридоспермов с похожим строением фруктификаций, представляющих собой листовидные органы. Возможно, все эти растения принадлежали особой группе голосеменных, особенно широкое распространение получившей в конце палеозойской эры.

Представители еще одной группы пермских птеридоспермов — **псигмофиллоиды**, в частности вид **псигмофиллум распростёртый** — были очень широко распространены в конце раннепермской и начале позднепермской эпох в Приуралье. Некоторые листья этого вида достигают в длину полуметра. Красивые фестончатые края и как бы гофрированная листовая пластинка псигмофиллума (указывающая, кстати, на то, что лист образовался за счет сра-



Побег пельтаспермового птеридосперма пельтаспермопсиса многосемянного с листьями типа пурсонгия. Длина масштабной линейки — 10 см

стания нескольких ранее свободных сегментов) делают листья псигмофиллов настоящим украшением музейных витрин. В Москве прекрасно сохранившиеся листья псигмофиллума распростёртого можно увидеть в коллекциях и экспозиции Государственного геологического музея им. В. И. Вернадского, расположенного недалеко от Красной площади.

В самом конце пермского периода, а именно в **татарский век**, растительность на терри-

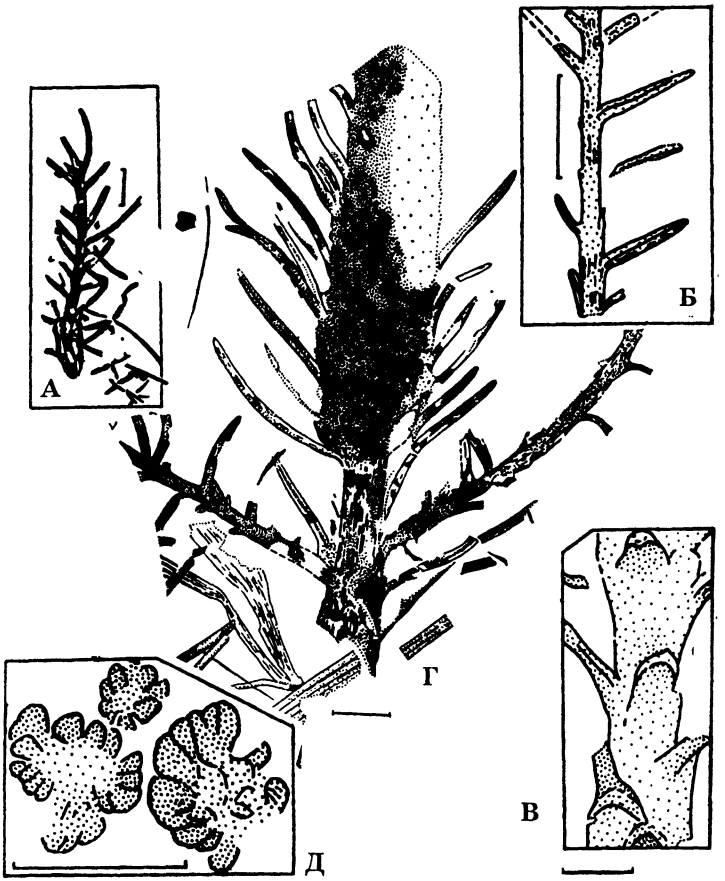
тории современной Европейской России опять изменилась. Здесь начали доминировать пельтаспермовые птеридоспермы, но уже представленные новыми формами. Подавляющее большинство каллиптерид и псигмофиллоидов исчезло, а им на смену пришли растения с простыми ланцетовидными листьями, обычно относимыми к формальному роду **пурсонгия**, установленному выдающимся русским палеоботаником **М. Д. Залесским** еще в 1933 году. На приведенном рисунке (с. 187) показан побег пельтаспермового птеридосперма **пельтаспермопсиса многосемянного** с листьями типа пурсонгия. Остатки пельтаспермопсиса многосемянного были обнаружены в знаменитой линзе у деревни Завражье на Малой Северной Двине вблизи города Котлас. В **линзе Завражье**, а также линзе, располагающейся неподалеку в **урочище Соколки**, русский палеонтолог **В. П. Амалицкий** обнаружил в начале XX века фауну крупных пермских рептилий — **парейазавров, иностранцевий и дицинодонтов**.

ПЕРВЫЕ ХВОЙНЫЕ

В отдалении от обширных каменноугольных болот с неимоверным разнообразием растительной жизни, на холмах и в предгорьях, где было не так влажно, появляются представители первых **хвойных**, относящихся к семейству **вальхиевых**. Вальхии, очевидно, произошли от

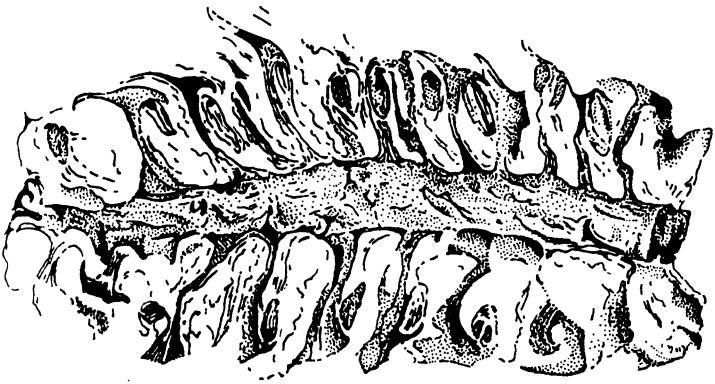
Часть ствола вальхии из пермских отложениях Земли Принца Эдварда (Канада). По: Ziegler, Rees, Naugolnykh, 2002. Длина масштабной линейки — 10 см

каменноугольных **кордаитов** путем редукции листьев и стерильных придатков женских фруктификаций. Видимо, именно так появились иглоподобные листья и шишки древнейших хвойных. Вальхиевые хвойные, включаю-



Женский генеративный орган (стробил) вальхиевого хвойного, относящегося к роду бардоспермум (Г), ветви и листья, принадлежавшие тому же растению (А, Б, В), и прорисовка семенных чешуй бардоспермума (Д). Нижнепермские отложения (кунгурский ярус) Среднего Приуралья. (Д — по Мейену, 1990, с изм.). Длина масштабной линейки — 1 см

щие в свой состав несколько родов, из которых наиболее известны **вальхия, эмпория, отовичия** и **кунгуродендрон**, испытали расцвет в перм-



Мужской генеративный орган (стробил) пермского хвойного, отнесенный к роду вальхиантус. Стробил был найден в медистых песчаниках Приуралья двести лет назад (!) одним из первых российских геологов Федором Федоровичем Вангенгеймом фон Кваленом, однако остался неописанным и пролежал в коллекциях пермских растений два века. На образце хорошо видна центральная ось, к которой по спирали прикрепляются микроспорофиллы с расширением на конце в форме ромбической лопасти. К ножкам микроспорофиллов прикреплялись спорангии, в которых вызревала пыльца.
Длина масштабной линейки — 1 см

ском периоде. Остатки вальхиевых особенно характерны для районов, протягивавшихся в виде широкой полосы вдоль экватора примерно посредине пермской **Пангеи**. Для этих районов был характерен сухой и жаркий климат. Именно к таким условиям и были приспособлены вальхиевые с их листьями-иголками, испарявшими очень мало влаги, и мощной кутикулой, покрывавшей листья и предохранявшей их от высыхания под палящим пермским солнцем.

На рисунке (с. 190) показана часть ствола вальхии, реконструированная по находкам

фрагментов стволов с прикрепленными к ним ветвями в **красноцветных пермских отложениях** Земли Принца Эдварда (Канада). На некоторых из ветвей даже сохранились мужские шишки, продуцировавшие пыльцу (они показаны на реконструкции).

ЕЩЕ ЖИВЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ

Пермский период ознаменовался помимо вымирания древних групп споровых растений и широкого распространения **голосеменных** растений (таких как пельтаспермовые птеридоспермы, кордаиты и хвойные) еще одним важным событием. По всей видимости, именно из перми ведет свою родословную современное «живое ископаемое» **гинкго двулопастный**. В пермских континентальных отложениях довольно часто попадаются листья, напоминающие внешним обликом листья гинкговых. Одно из таких растений — **керпия крупнолопастная**, произраставшая в довольно сухих (мезо-ксерофильных) сообществах в раннепермскую эпоху на западном склоне **Палеоурала**.

Второй представитель рода керпия — **керпия белебеика** — отличалась от своей филогенетической предшественницы крупнолопастной керпии более узкими пропорциями листовой пластинки и более мощными черешками листьев. Она росла в Приуралье в позднепермскую эпоху.

Керпия крупнолопастная и ее современники — мараттиевый папоротник птихокарпус дистихус (растение с перистыми листьями; справа на среднем плане) и вальхиевые хвойные вида кунгуродендрон Шарова (на заднем плане)

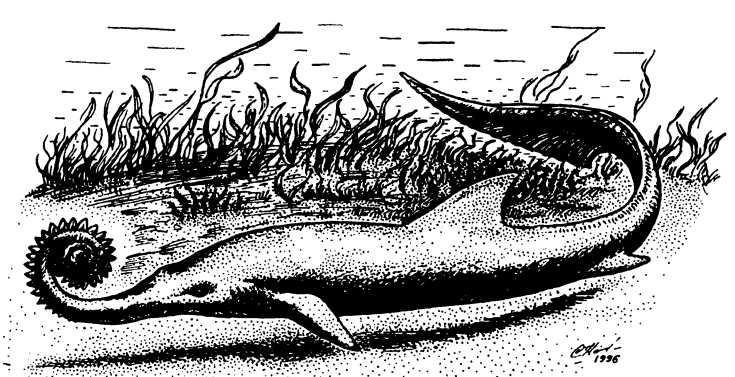
Керпия белебеика. Длина масштабной линейки — 1 см

Помимо керпии в позднепермскую эпоху на Земле существовали и другие гинкговые, например **рипидопсис гинкговидный** (рис. на с. 195). Листья этого растения сначала были найдены в **верхнепермских отложениях Печорского бассейна**, а затем совершенно неожиданно в верхнепермских отложениях, обнажающихся в северной части Гренландии, в местечке Мидткап. Как впоследствии выяснилось, во **флоре Мидткап** было много других растений, также характерных для верхнепермских отложений **Ангариды** (и Печорского бассейна, в частности).

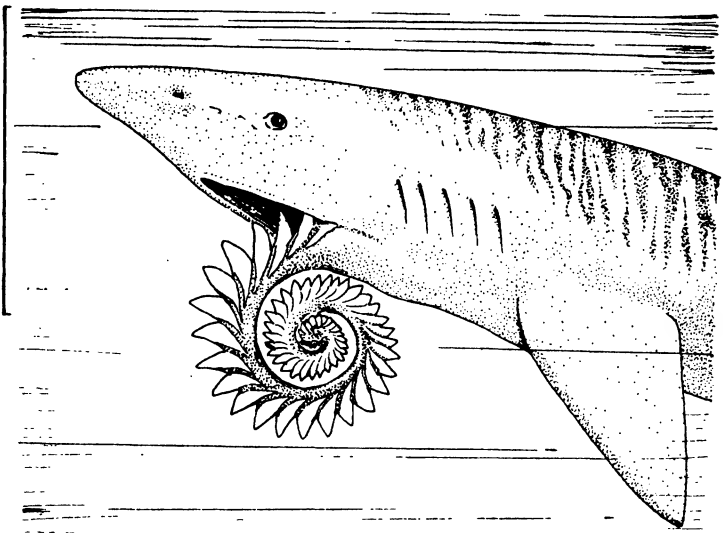
Таким образом, оказалось, что растительность Гренландии и Печорского Приуралья, разделенных сейчас многими тысячами километров и водами нескольких морей, во второй половине пермского периода была одного и того же типа.

ЗАГАДОЧНЫЕ СПИРАЛИ

Одна из диковинок **пермского периода** — геликоприон. История открытия геликоприона началась с находки, сделанной инспектором народных училищ Красноуфимского уезда, относившегося в те годы к Пермской губернии, господином **А. Г. Бессоновым**, который в 1897 году обнаружил в одном из карьеров, располагавшихся на склоне Дивьей горы у города Красноуфимска, некую загадочную окаменелость. Своей спиральной формой она напоминала раковины **головоногих моллюсков гониатитов**, в изобилии попадавшихся в тех же слоях. Однако на загадочной спирали сидели здоровенные зубы. А. Г. Бессонов, поразмыслив над находкой, отправил ее фотографию в Академию наук, знаменитому на всю Россию и широко известному за границей геологу академику А. П. Карпинскому. После детальных исследо-



Реконструкция геликоприона с положением зубной спирали по А. П. Карпинскому (1899)



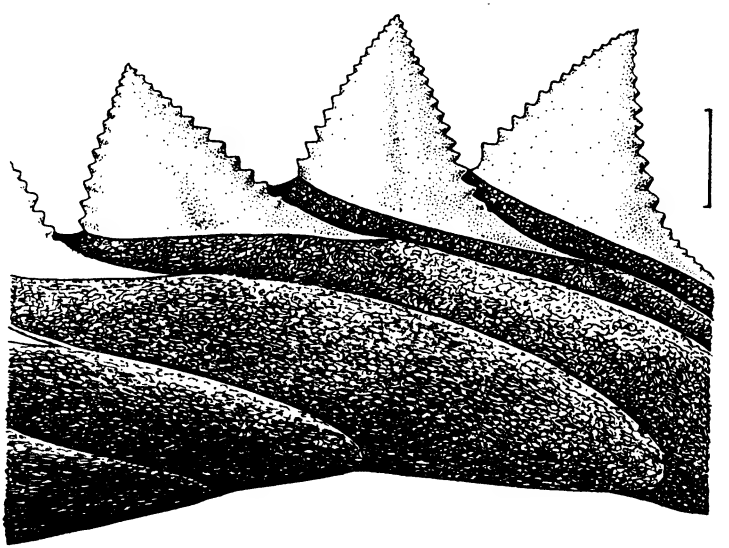
Современное представление о расположении зубной спирали у геликоприона и близких форм (каменноугольной эдестиды кампилоприон Иванова, также описанной А. П. Карпинским из верхнего карбона Подмосковья, триасовой эдестиды вида хеликамподус Эглона из триасовых отложений Армении и некоторых родственных видов)

ваний морфологии и остеологических признаков строения таинственной спирали академик пришел к выводу, что она принадлежала вымершей **акуле** из группы **эдестид**. Эта акула была названа А. П. Карпинским **геликоприоном Бессонова** (в честь красноуфимского энтузиаста-краеведа, обессмертившего свое имя находкой первой зубной спирали геликоприона). Как считал А. П. Карпинский, спираль располагалась на верхней челюсти акулы.

После многочисленных фундаментальных работ А. П. Карпинского, посвященных геликоприону и другим эдестидам, появились новые

находки зубных спиралей акуловых рыб этой группы. Были обнаружены остатки челюстных хрящей с прижизненным положением симфизных зубных спиралей. Оказалось, что у некоторых эдестид симфизные дуги располагались в обеих челюстях — и в верхней, и в нижней. Более того, выяснилось, что у самого геликоприона Бессонова зубная спираль скорее всего, находилась не в верхней, а в нижней челюсти.

В **среднекаменноугольных отложениях** Подмосковья (**московский ярус**) изредка встречаются части симфизных дуг эдестид, родственных геликоприону. В частности, окаменелые остатки рыб рода **протопирата** были найдены в среднекаменноугольных отложениях (а имен-



Часть симфизной дуги протопираты

но в московском ярусе), обнажающихся в подмосковных известняковых карьерах у села Мячково (Раменский район), у станции Пески (Воскресенский район), у города Коломны и недалеко от города Касимова. В Подмосковье встречаются и другие эдестиды, например уже упоминавшийся верхнекаменноугольный **компилоприон** и **эдестодус**.

ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА РЕКОНСТРУКЦИИ

Каким образом палеонтологам удается **реконструировать** образ жизни древних животных? Во-первых, помогают особенности скелета, указывающие, было ли данное животное приспособлено к бегáнью, прыганью, лазанью или плаванью. Во-вторых, кое-что могут подсказать отложения, в которых были найдены ископаемые остатки. И в-третьих, очень многое помогают прояснить **копролиты** (окаменевшие экскременты), принадлежавшие древним животным.

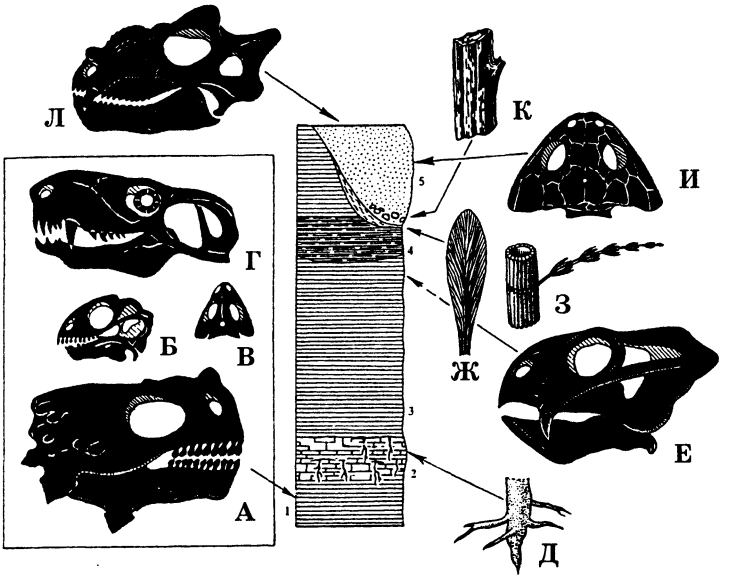
До сих пор не утихают споры об образе жизни **парейазавров**, или «щекастых ящеров».

Взрослые особи этих рептилий достигали в длину не менее трех метров. К ним относился один из самых крупных обитателей позднепермской суши — растительноядный ящер **скутозавр Карпинского**. Этот вид был описан выдающимся русским палеонтологом **Владимиром Прохоровичем Амалицким**.

Скутозавр Карпинского на фоне позднепермской растительности с доминирующими пельтаспермовыми птеридоспермами рода пурсонгия (на переднем плане) и высокими хвойными родов квадрокладус и гейнитция (на заднем плане). Слева показаны дюны

Одно время считалось, что парейазавры — это исключительно наземные организмы. Потом появилась точка зрения, приверженцы которой рассматривали парейазавров как амфибионтных животных, живущих и на суше, и в воде. Появились даже ученые, которые стали утверждать, что парейазавры — исключительно водные организмы, вроде современных дюгоней, которые никогда не вылезали на берег. Однако совсем недавно в **верхнепермских отложениях**, обнажающихся в бассейне реки Сухоны, были найдены **следы** целого стада парейазавров. Животные шли по подсыхающему карбонатному илу, высоко подняв тела над поверхностью грунта. На земле не видны даже следы волочения хвостов! Однако, судя по отпечаткам ног, шли именно парейазавры. Значит, все-таки некоторые из парейазавров были хорошо приспособлены к жизни на суше.

На нашем рисунке (с. 200) скутозавры показаны на реконструированном позднепермском ландшафте с доминирующими **пельтаспермовыми птеридоспермами** рода **пурсонгия** и высокими хвойными **квадрокладусами** и **гейнитциями**. Слева показаны **дюны — эоловые** (ветровые) **отложения**, нередко встречавшиеся в ту засушливую эпоху. Представительные дюнные отложения есть в геологическом раз-



Остатки некоторых верхнепермских животных и растений Котельнича. А — череп парейазавра вида дельтавятия вятская; Б — череп дромазавра вида суминия Гетманова; суминия, возможно, обитала на прибрежной растительности, как некоторые из современных древолазающих ящериц; В — мелкая ящерицеподобная рептилия вида эмеролетер левис; Г — хищная зверообразная рептилия, относящаяся к роду вяткогоргон; Д — остаток корневой системы высшего растения (возможно, птеридосперма или хвойного) из слоев с палеопочвами, обнажающихся в нижней части котельничского разреза; Е — череп дицинодонта рода австралобарбарус; Ж — лист пельтаспермового птеридосперма рода пурсонгия; З — реконструкция части побега членистостебельного из семейства черновиевых; И — череп стегоцефала двинозавра; К — фрагмент ствола голосеменного растения, предположительно хвойного; Л — череп зверообразной рептилии пробурнетии вятской. 1–5 — номера слоев котельничского разреза

резе у знаменитого среди палеонтологов города **Котельнича**.

Этот город в Кировской области известен тем, что к югу от него, на берегу живописной

реки Вятки, располагается одно из самых представительных по разнообразию видов и степени сохранности местонахождение позднепермских животных и растений. В крутом обрыве, сложенном красноцветными глинами с прослоями желваковых карбонатов и линзами песчаников, встречаются отдельные кости, а иногда и целые скелеты **парейазавров, дицинодонтов** и других наземных позвоночных, обитавших в этом крае 240 миллионов лет назад. Ископаемые остатки встречаются на разных уровнях разреза, начиная от уреза воды до самых верхних слоев на скалистых уступах, возвышающихся над рекой.

Еще один пример реконструкции особенностей биологии давно вымершего вида представляет **дромазавр суминия Гетманова**. Как обычно, мнения палеонтологов относительно образа жизни и питания суминии разошлись. Одни считали, что суминии, подобно этаким четырехногим цаплям, расхаживали по болотистому топкому берегу в поисках мелкой живности. Другие, отметив своеобразие строения лап суминии, снабженных цепкими коготками и отставленными большими пальцами (как у хамелеонов), утверждали, что суминии обитали на деревьях или кустарниках и питались их листвой. На помощь пришла палеоботаника. Вместе со скелетами суминий все в том же Котельниче удалось найти мелкие **копролиты**, идеально подходящие суминиям по размерам. Внутри копролитов вид-

Суминия Гетманова на побеге пельтаспермового птеридосперма

нелись какие-то углистые остатки. После обработки частей копролитов в различных кислотах и окислителях удалось выделить мелкие

фрагменты растительных кутикул и даже кусочки полупереваренной древесины. Стало ясным, что суминия была растительноядным ящером и действительно обитала на прибрежной растительности, скорее всего, на пельтаспермовых птеридоспермах с листьями типа пурсонгия. Однако нельзя исключать и того, что суминии могли время от времени питаться животной пищей — насекомыми, например.

На нашем рисунке суминия Гетманова ползет по побегу пельтаспермового птеридосперма, отрывая и съедая отдельные листья, но и прихватывая иногда вместе с ними кусочки коры и древесины.

КРИЗИС

Резкое изменение климата в конце палеозойской эры неизбежно привело к вымиранию многих групп организмов. Разразился невиданный по масштабам **биосферный кризис**, ознаменовавшийся вымиранием на границе палеозойской и мезозойской эр огромного количества животных и растений. Но что удивительно, вымирание затронуло не только наземные организмы, но и животных, обитавших в море. В конце пермского периода вымерли крупные **фораминиферы** из отряда фузулинид, многие отряды **брахиопод, гониатиты (головоногие** с более сложными перегородками в раковинах, чем у **наутилоидей), трилобиты, четырехлучевые**

кораллы, **табуляты**, многие отряды **мшанок** и многие, многие другие.

Причина этого, по-видимому, заключается в следующем. В **пермском периоде** многие моря превратились в сверхсоленые, напоминавшие современный Кара-Богаз-Гол, лагуны, где происходило образование и накопление огромного количества **каменной** и **калийной соли**, а также **гипса**. Солевые запасы **Соликамска** и **Березняков**, как и многие другие, образовались именно в это время. Как-то мне пришлось опускаться в шахту, где в промышленном масштабе добывалась пермская каменная соль. Человеку, никогда не спускавшемуся глубоко под землю, очень трудно представить реальный объем запасов этой соли. Там чередуются сотни, сотни и сотни метров серых, красноватых и белых слоев соли. Выработки представляют собой подземные улицы, где светло как днем от постоянной работы электрических прожекторов и где ездят большие машины-трейлеры. Длина штолен достигает многих километров. Невозможно даже вообразить, сколько морской воды должно было испариться, чтобы накопилось ТАКОЕ количество соли.

Образование гигантских соленосных лагун в пермском периоде было далеко не исключительным явлением. Они были разбросаны повсюду, на всех материках. Вот, видимо, в этом-то и кроется загадка **пермо-триасового вымирания** морской фауны.

Группы организмов, вымершие на границе перми и триаса, в основном были обитателями мелководий, неглубоких шельфовых и эпиконтинентальных морей. Именно они и пострадали от пермской засухи. За счет образования лагун со сверхсолеными водами нарушился гидродинамический режим также в других бассейнах, располагавшихся по соседству. Сверхкрепкие рассолы скатывались через узкие горловины лагун в морские воды, отравляя вокруг всё живое.

Урон, который понесла биосфера во время пермско-триасового кризиса, был огромен. Исчезло более двух третей от общего числа видов, обитавших на планете. Уходящая палеозойская эра, эра древней жизни, унесла с собой трилобитов, лепидодендроны, четырехлучевых кораллов, парейазавров и многих других представителей палеозойской фауны и флоры. Однако наиболее приспособленным все же удалось уцелеть, притаившись в ожидании новых, лучших времен.

ЗНАЕТЕ ЛИ ВЫ ЧТО?

Среди стегоцефалов каменноугольного периода были настоящие гиганты, такие как птероплакс, достигавший в длину 4,5 метра.

Самые крупные насекомые жили на Земле в каменноугольном периоде и начале пермского периода. Они относились к родам меганевра и арктотипус. Наиболее крупные из них

I
A
B
C
D
E
6
5
4
3
2
1
1
2
3
4
F
G
H
K
I
J

В Приуралье, с которого началась история изучения пермского периода, в отложениях медистых песчаников были обнаружены богатые комплексы растительных и животных остатков. Среди растений особенно много членистостебельных (A–C, J) и птеридоспермов (F — H), среди позвоночных животных — остатков стегоцефалов родов платиопозавр (D) и мелозавр (E), а также зверообразных рептилий родов сиодон (K) и дейтерозавр (I). Слева показан ландшафт Приуралья в эпоху накопления песков, из которых через многие миллионы лет образовались медистые песчаники (уфимский и казанский века). На заднем плане видны примитивные хвойные, на среднем плане — пельтаспермовые птеридоспермы из группы каллиптерид (слева) и псигмофиллоидов (справа). На переднем плане выползает к воде крупный лабиринтодонт мелозавр. За его спиной лежит поваленный ствол каламита вида каламитес гигас (см. также J); справа в воде видны молодые побеги паракаламитин. 1 – аргиллиты; 2 – мергели; 3 – песчаники; 4 – конгломераты

достигали 70 см в размахе крыльев. В России ископаемые остатки арктотипусов встречаются в пермских отложениях Приуралья, в Пермской области.

В каменноугольных известняках Ист Киртона (Шотландия) палеонтологи нашли древнее наземное позвоночное, объединявшее признаки земноводных и пресмыкающихся. Оно было отнесено к новым роду и виду эукритта меланолимнитес.

Из каменноугольных отложений Англии описаны остатки печеночного мха гепатицитес Кидстона, слоевища которого сохранились настолько хорошо, что видна буквально каждая клеточка.

Первые хвойные появляются в каменноугольном периоде. Они относятся к роду валь-

хия. Вальхии произрастали в относительно сухих и возвышенных экотопах, располагавшихся в отдалении от обширных и влажных каменноугольных болот, населенных преимущественно древовидными плауновидными, папоротниками и каламитами.

Каменноугольные древовидные папоротники из группы мараттиевых, относящиеся к роду псароniус, достигали высоты 10 м.

Первые представители архозавров, среди которых находились и непосредственные предки динозавров, появились на Земле в пермском периоде.

Помимо рептилий в пермском периоде кое-где на суше еще вполнє уверенно чувствовали себя стегоцефалы, например хищный эриопс, достигавший длины 1,5 м. Длина черепа эриопса могла равняться 46 см. Остатки эриопсов были найдены в пермских отложениях штата Техас в окрестностях города Бейлор.

В пермских отложениях формации Карру на юге Африки были найдены округлые образования, возможно, являющиеся яйцами дицинодонтов.

Среди пермских амфибий, населявших южный суперконтинент Гондвану, были и крупные формы, такие как пельтобатрахус, полностью покрытые панцирем для защиты от наземных хищников.

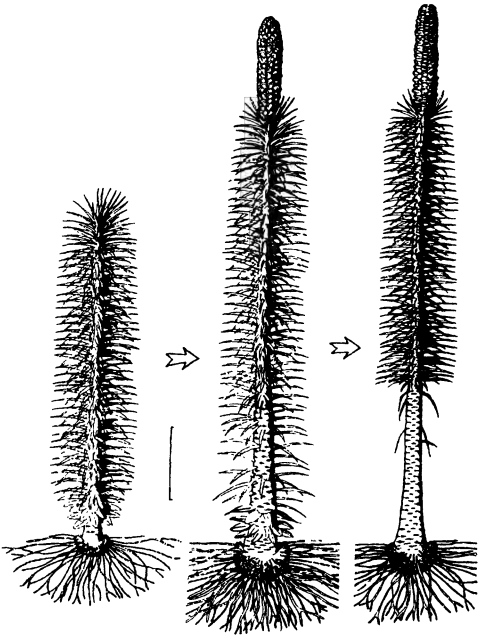
ЖИЗНЬ РАСЦВЕТАЕТ ВНОВЬ

ЧУДЕСА ТРИАСОВЫХ ЛЕСОВ

Прошли миллионы лет после пермо-триасового биосферного кризиса, и разнообразие органического мира вновь стало восстанавливаться.

Растительность самого начала **мезозойской эры** была довольно однообразной. В начале **триасового периода** опустошенные кризисом пространства начали осваивать **плевромейи** — невысокие **плауновидные** растения, значительно уступавшие по размерам своим каменноугольным родственникам — лепидодендронам и сигиллариям, но достигавшие всё же двух–трех метров высоты, а изредка и больше. Некоторые из этих растений, произраставшие в наиболее благоприятных условиях, были древовидными.

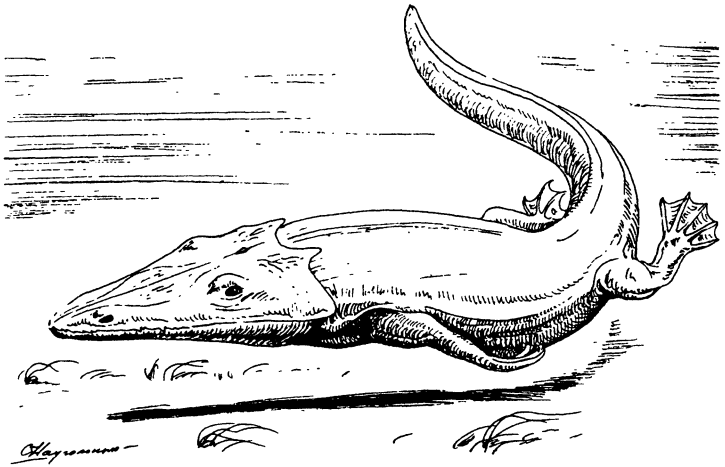
Растительность с доминировавшими плевромейями распространилась неимоверно широко: от Западной Европы до Русской платформы, далее — в Среднюю Азию и Сибирь, Китай и даже в Австралию. Плевромейи с их игольчатыми листьями (у некоторых видов листья были редуцированы), клубнеобразными корненосцами-ризофорами и толстенькими побегами явно были суккулентами, то есть растениями, адаптированными к засушливым климатическим условиям. Росли они по берегам раннетриасовых рек и озер. Других растений в однообразных зарослях плевромей практически не было. Судя по тому, что в отложениях вместе со спо-



Плевромейи из европейских триасовых отложений (пестрого песчаника или бунтзандштайна). Слева — молодое растение, в середине — достигшее генеративного возраста (на верхушке дерева образовался стробил, состоящий из мега- и микроспорофиллов), справа — хорошо развитое растение с опавшими в нижней части ствола филлоидами. По: Fuchs et al., 1991; с изм. Длина масштабной линейки — 1 м

рами плевромей изредка попадаются пыльца и споры других растений, в раннетриасовое время существовали и другие, не плевромейевые растительные ассоциации, но остатки растений из них почти не попадали в захоронения.

Сообщества плевромей можно смело назвать пионерными, то есть такими, которые развиваются на месте, где первоначальная растительность по какой-то причине погибла.



Бентозух

В начале триасового периода кое-где еще сохранялись животные, характерные для **палеозоя**, например **стегоцефалы-лабиринтодонты**. Более того, были местообитания, где эти животные чувствовали себя вполне комфортно. В нижнетриасовых отложениях Русской платформы довольно часто встречаются остатки лабиринтодонтов рода **бентозухус**. Бентозухи были хорошими пловцами, охотились на рыбу, но, наверное, не брезговали и своими сородичами поменьше. Большую часть времени бентозухи проводили в воде обширных, но мелководных озер. Однако при необходимости они могли вылезать на сушу. Самые крупные экземпляры бентозухов достигали в длину одного–двух метров.

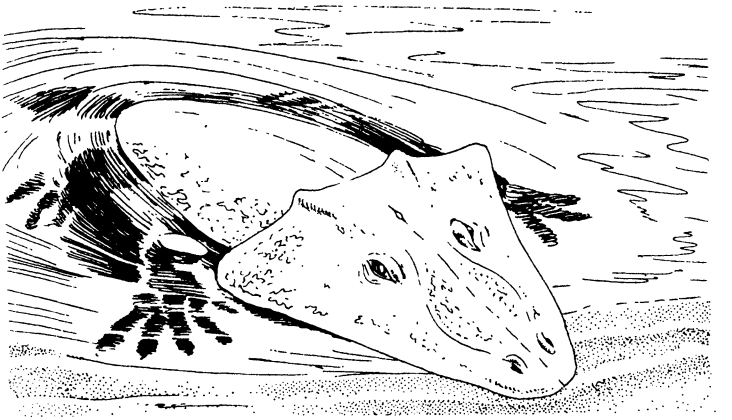
Кости и черепа лабиринтодонтов встречаются вместе с остатками плевромей в нижнетриа-

совых отложениях. Бентозухус — самый известный их представитель — был детально изучен и описан в 1940 году российскими палеонтологами **Алексеем Петровичем Быстровым** и **Иваном Антоновичем Ефремовым**. А. П. Быстров помимо занятий наукой увлекался рисованием. Не будет преувеличением сказать, что он был одним из лучших художников-анималистов своего времени. И. А. Ефремов известен всем еще и как выдающийся писатель-фантаст.

Бентозухус дает хорошее представление об облике раннетриасовых лабиринтодонтов в целом. Череп, имеющий треугольные очертания, с направленными вверх глазницами, удобными для слежения за проплывающей мимо добычей, пасть-капкан с острейшими зубами, уплощенное тело с короткими лапками и длинным мощным хвостом, приспособленным для быстрого плавания, — таков был внешний вид бентозухуса.

Позднее, в среднетриасовую и позднетриасовую эпохи, появилось несколько гигантских лабиринтодонтов, таких, например, как **мастодонзавр**. Мастодонзавр — это огромная амфибия с черепом метровой длины. Эти чудовища прятались в тихих заводях и омутах, поджидая зазевавшуюся добычу. Мастодонзавры были живыми капканами, не способными преследовать жертву, но зато прекрасно маскировавшимися на дне.

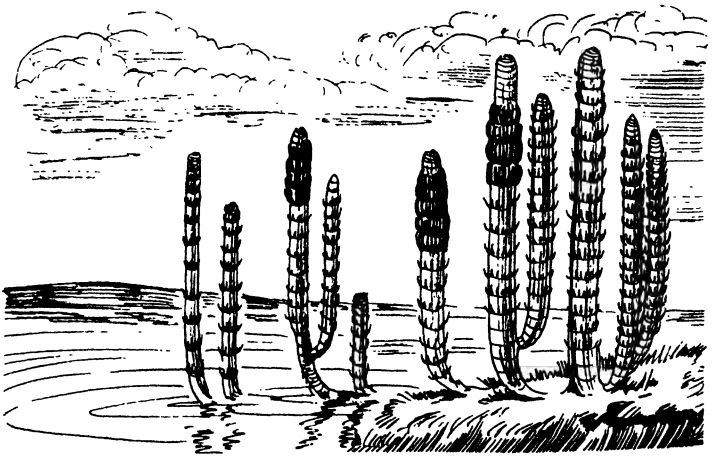
В середине триасового периода растительность вновь изменилась. Некоторые из групп



В отличие от подвижных бентозухов другие триасовые лабиринтодонты — капитозавры — охотились на проплывающую мимо добычу из засады. Их так и называют — «живые капканы». Не поздоровится рыбке, подплывшей к пасти капитозавра на опасную дистанцию. Быстрый короткий рывок, и в полубессмысленных глазках амфибии появляется сытое удовлетворение

высших растений, понесшие огромный урон во время пермо-триасового кризиса, тем не менее уцелели и дали множество новых линий, развитие которых привело к возникновению новых семейств, порядков и даже классов. В Западной Европе в отложениях этого возраста начинает встречаться уже довольно много растений, относящихся к хвощевидным, папоротникам, птеридоспермам, цикадовым и хвойным.

Из наиболее типичных для триаса наземных растений следует назвать древовидные **хвощи эквизетитес песчаный**, напоминавшие современные хвощи, но со **стробилами**, располагавшимися не на верхушке основного побе-



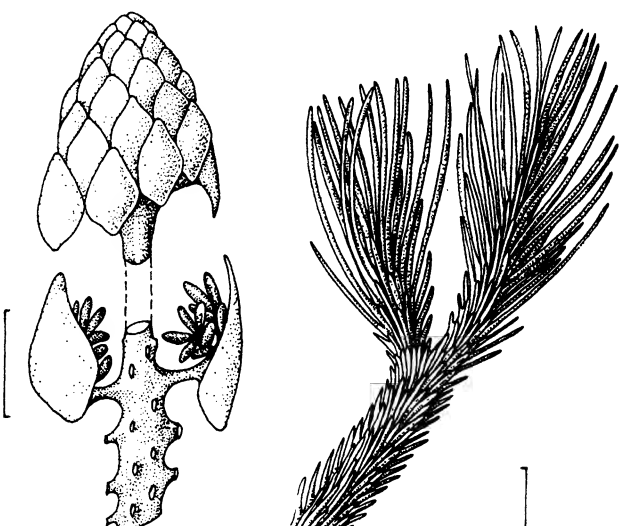
Эквизетитес песчаный — практически прямой предшественник современных хвощей. Подобные заросли были обычны в среднетриасовую эпоху в Западной Европе (территория современных Германии и Франции)

га, а прикреплявшихся к боковым ветвям. Вместе такие веточки могли формировать большие фертильные зоны на стволах эквизетитесов. Кроме того, в отличие от нынешних хвощей, эквизетитесы триасового периода были весьма могучими растениями с толщиной ствола до 30 см. Эквизетитесы росли на берегах рек, в увлажненных местообитаниях.

Другой по широте встречаемости группой триасовых высших растений были **пельтаспермовые птеридоспермы**, появившиеся еще в **пермском периоде**, на который и приходится основное разнообразие этой группы. Подавляющее большинство пельтаспермовых вымерло на границе палеозоя и мезозоя, но наиболее типичные представители этой группы сохрани-

лись и в триасе. У этих растений были сложноперистые листья, пыльцевые органы в виде удлиненных мешочков, соединенных своими основаниями в сложно ветвящиеся конструкции, и семеносные органы в виде грибообразных дисков, с нижней стороны которых свисали семена.

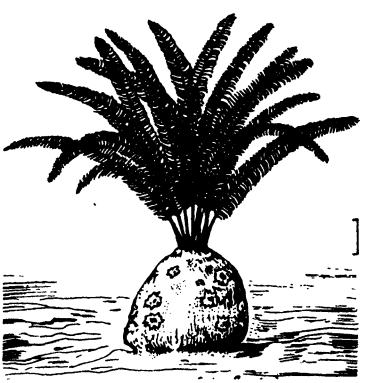
В триасовых лесах было много **хвойных**, принадлежавших в основном к роду **вольция**, а также к его ближайшим родственникам. Вольциевые — более высоко организованные хвойные — пришли на смену древним представителям хвойных — **вальхиевым** — еще в по-



На рисунке показан мужской стробил (шишка) вольциевого хвойного вида сертостробус лаксус; справа изображен побег вольции разнолистной, хвойного, чрезвычайно широко распространенного в среднетриасовых отложениях Западной Европы.
Длина масштабной линейки — 1 см

зднепермскую эпоху, однако настоящего расцвета они достигли лишь в триасе. Вольции слегка напоминали своим обликом современные **араукарии**.

Кроме них в подлеске триасовых лесов ютились **папоротники**, представленные преимущественно новыми семействами. Некоторые из них, например **осмундовые**, появились еще в перми, но не могли вырваться из под гнета примитивных растений позднего палеозоя. Только после кризиса, освободившего значительную часть экологических ниш, у этих папоротников наметился шанс для дальнейшего развития. Здесь же произрастали первые представители **саговников**, а также внешне похожие на них **беннеттиты**, голосеменные растения, произошедшие от **тригонокарповых птеридоспермов** и слегка напоминавшие их своими большими перистыми листьями.



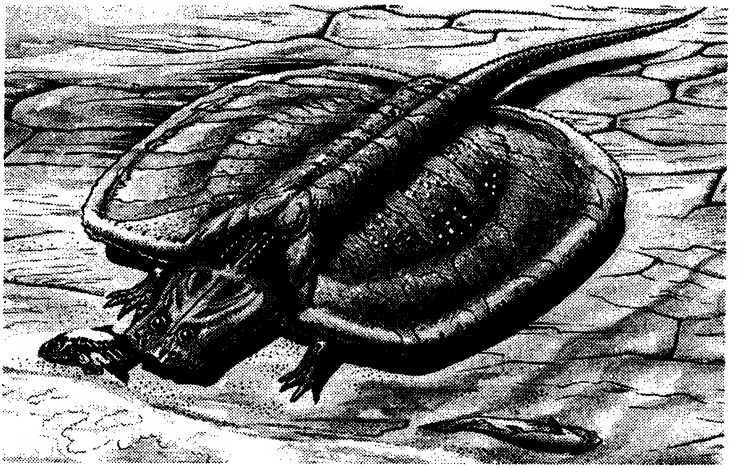
Реконструкция раннеюрского беннеттита цикадеоидеи дакотской, найденной в Северной Америке. Длина масштабной линейки — 10 см

Беннеттиты, появившиеся в мезозойскую эру, получили свое название в честь известного английского ботаника **Дж. Беннетта**. Крупные перистые листья беннеттитов внешне очень напоминают листья саговников (и

иногда даже относятся к одним и тем же формальным родам), однако строение эпидермиса у листьев беннеттитов совсем иное. Главное отличие беннеттитов от саговников заключается в том, что органы размножения первых уже представляли собой нечто отдаленно напоминавшее цветок.

Животный мир второй половины триасового периода также значительно отличался от пермского. Вымерло подавляющее большинство **зверообразных рептилий**. Они, правда, дали начало первым **млекопитающим**, еще очень мелким и невзрачным, прятавшимся в норки под пологом триасовых лесов, где появились и стали быстро развиваться новые группы рептилий.

На побережье триасовых морей появляется новая группа пресмыкающихся — **плакодонты**, среди которых были и черепахоподобные формы, вроде изображенного на рисунке **генодуса** или, например, его ближайшего родственника — **плакохелиса**, и формы (род **плакодус**), отдаленно напоминавшие образом жизни современных морских игуан, обитающих сейчас на Галапагосских островах. Один из самых полных скелетов плакодонтов был обнаружен господином Кенигом, работавшим редактором небольшой гейдельбергской газеты. Кениг был страстным собирателем окаменелостей из триасовых отложений Германии. В отвалах карьера, располагавшегося вблизи городка Штайнсфурт, ему попался кусок известняка с зубами



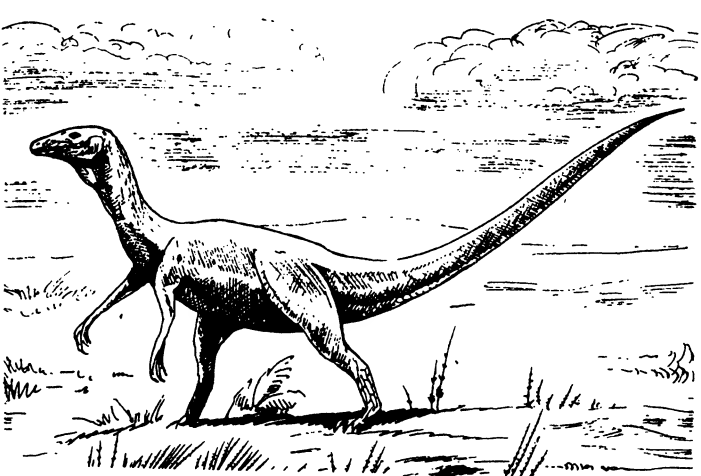
Плакодонт генодус

плакодонта, видневшимися на изломе. Кениг бросился к недавно отсыпанной в отвал породе и после нескольких часов кропотливого труда нашел и собрал все до единой части практически полного скелета плакодонта.

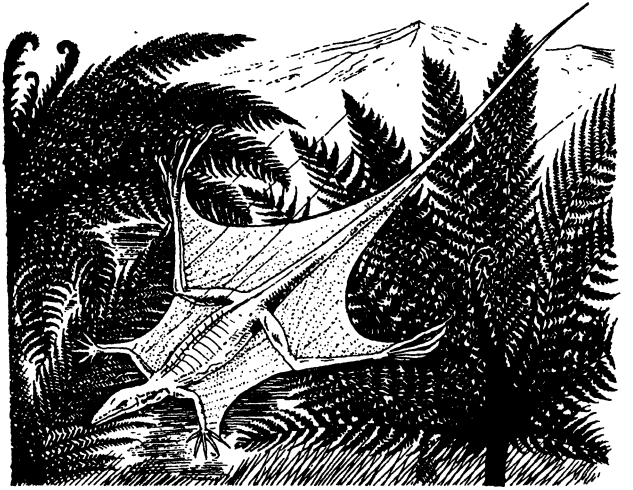
Плакодонт генодус, показанный на рисунке, был найден в триасовых отложениях вблизи немецкого города Тюбинген и описан профессором **Фридрихом фон Хюне**. Ему удалось установить, что генодус жил в опресненных морских лагунах и озерах, а питался мелкими **рачками — эстериями**, отцеживая их из воды с помощью своей беззубой пасти. Наверное, не брезговал генодус и другими подарками жизни на озере, например дохлой рыбой.

Но, конечно же, главенствующей группой рептилий стали **динозавры**. Среди триасовых динозавров следует назвать довольно крупных,

до пяти–шести метров длиной, растительноядных представителей **прозауропод — платеозавров**, описанных из многих европейских местонахождений, затем относительно мелких, до трех метров длиной, хищных «звероногих» динозавров (**теропод**) рода **целофизис**, найденных в триасовых отложениях Соединенных Штатов Америки, а также совсем маленьких растительноядных **фаброзавров** (в полтора метра длиной), от которых, по всей видимости, ведут свою родословную птицетазовые динозавры.



Одно из главных изобретений природы в мезозойскую эру — динозавры. Первые представители динозавров, появившиеся на Земле в триасовый период, еще не отличались гигантскими размерами. Небольшим бегающим двуногим динозавром, например, был целофизис, изображенный на рисунке. В американском штате Коннектикут были обнаружены многочисленные следовые дорожки с трехпалыми следами, напоминавшими птичьи. Как оказалось, это были следы целофизисов или каких-то их ближайших родственников



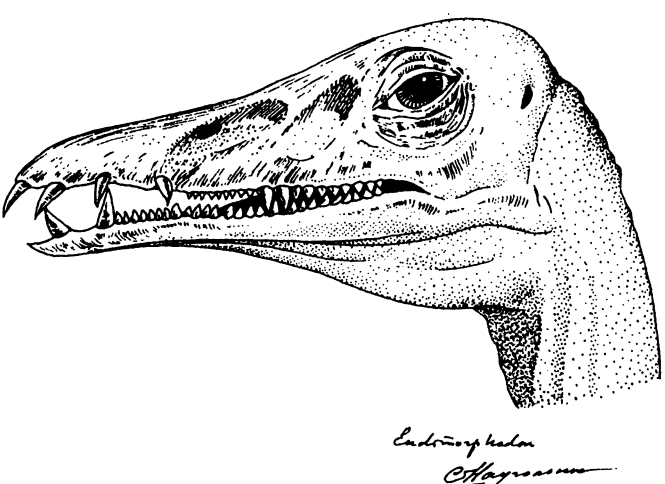
Меж стволов древовидных папоротников парит шароviптерикс, удивительная летающая рептилия, остатки которой были найдены А. Г. Шаровым в триасовых отложениях Ферганской долины в Киргизии

Но в триасовых лесах были уже и страшные хищники, например **халтикозавры** с длиной тела до пяти метров. Они наводили ужас на всех обитателей триасовой Земли.

Среди наземных позвоночных триаса были и настоящие диковинки. Так, в среднетриасовых отложениях **урочища Мадыген** российскими палеонтологами был открыт мелкий ящер, первоначально названный ногокрылом, или подопериксом, но позднее переименованный в **шароviптерикса** (в честь известного палеонтолога **А. Г. Шарова**). Задняя (не передняя!) пара конечностей шароviптерикса была преобразована в крылья. Тело его уравновешивалось в полете длинным и тонким хвостом.

Вообще в триасе рептилиями было сделано много попыток освоить воздушную стихию. Самая удачная из них — появление **птерозавров**, или летающих ящеров, ставших владыками неба на долгие миллионы лет, до самого конца мезозойской эры. Первые настоящие птерозавры, возникшие в триасе, уже имели крылья, образованные передними конечностями с гипертрофированными мизинцами, к которым прикреплялась тонкая летательная перепонка.

Один из самых древних птерозавров — **эудиморфодон** — уже имел все признаки, характерные для большинства летающих рептилий, в том числе длинные челюсти, усаженные острыми, загнутыми назад хищными зубами, пригодными и для ловли крупных на-



Эудиморфодон

секомых, и для удержания подвижной вырывающейся добычи — рыбы или мелкого пресмыкающегося.

Еще одна из попыток завоевать воздушную среду была предпринята **икарозавром** — маленьким ящером с длинными ребрами, выступавшими из тела, между которыми также была натянута летательная перепонка. Но, пожалуй, самой удивительной попыткой подняться в воздух был триасовый длинночешуйник, или лонгисквама.

ЛОНГИСКВАМА

...Машина вот уже несколько часов пылила по горячей дороге, петлявшей среди раскаленных холмов, тут и там прорезанных глубокими саями — оврагами с отвесными стенками — и нависающими над безводными руслами чинарами. В кабине ГАЗ-66 сидели водитель и проводник-киргиз, в открытом кузове, заставленном экспедиционным оборудованием, расположились научные сотрудники во главе с начальником раскопочного отряда. Пока начальник, нагнувшись к кабине, объяснял что-то проводнику, шутливо настроенные палеонтологи быстренько переложили несколько подгнивших яблок, запасенных заблаговременно, в мешок, откуда все желающие могли угощаться. Что может более совершенным образом сочетать отменный вкус и низкую цену, чем фрукты в летней Киргизии?

Под пронзительно голубым небом ветерок навевал мысли о будущих раскопках. В каждом обрывистом уступе холмов виделись отложения древних рек и озер, удивительные открытия...

— Через пару часов будем на месте.

— Кстати, кто знает, что означает Мадыген по-киргизски?

— Надо у проводника спросить, он вроде по-русски неплохо объясняется...

— Ребята, дайте яблочек!

— Да вот мешок, прямо за бочкой... Он уже развязан, прямо сверху и берите.

— Вот что я хочу найти в Мадыгене, никто не отгадает.

— Таракана!

— Э, брат, тараканов там пруд пруди. Разбиваешь плитку, и вот он, родненький. А я вот в прошлом году отпечаток крыла стрекозы нашел. Сантиметров тридцать длиной, не меньше. Теперь хочу найти целую...

— Так. Что-то яблочки-то у вас все гнилые. Какое ни возьмешь. Кто яблоки покупал? Все надо проверять самому!

— Александр Григорьевич, мы на раскопках отработаем!

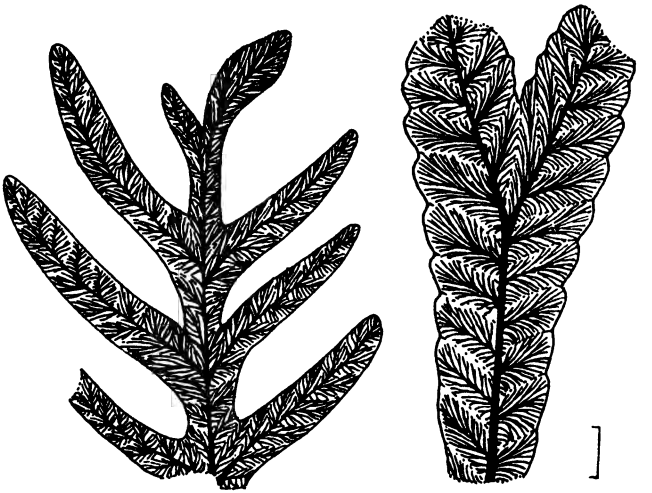
— Отработаем... Раскопки — это привилегия для избранных, удовольствие, а не работа. А, вот одно хорошее яблочко нашел...

Далеко впереди холодные ледяные вершины гор целились в небо, а машина, петляя в раскаленных от летнего зноя предгорных холмах, приближалась к заветным обнажениям.

Урочище Мадыген — удивительное местонахождение ископаемых растений, насекомых, рыб и пресмыкающихся, это настоящая Мекка для палеонтологов. Здесь, в крутом склоне холма обнажаются светло-желтые, охристые и красноватые глинистые **сланцы**, раскалывающиеся на тонкие плитки. Открыто местонахождение было российскими и узбекскими геологами, занимавшимися изучением геологического строения Ферганской долины. Их внимание привлекли эффектные отпечатки растений прекрасной сохранности, попадавшиеся довольно часто на поверхностях напластования глинистых сланцев, обнажавшихся в виде уступов в бортах мадыгенских саев.

Изучением собранных палеоботанических коллекций занялась **Татьяна Алексеевна Сикстель**, известный палеоботаник из Ташкента. К этому времени ей уже было известно, что в горах, примыкающих к Ферганской долине, встречаются остатки растений **каменноугольного** и **раннепермского** возраста. Однако здесь было что-то другое. В мадыгенской коллекции присутствовали некоторые примитивные растения палеозойского облика, но их было очень немного, и определить их удавалось только с очень большой долей условности. Подавляющее же большинство найденных растений должно было быть отнесено к новым видам и родам.

Среди растений из Мадыгена оказалось довольно много крупных перистых листьев с сет-



Листья пельтаспермовых птеридоспермов из триасовых отложений Мадыгена, бывшие предметом ожесточенных дискуссий палеоботаников в 70-е годы XX века. Слева показан лист вида сцитофиллум пиннатум, справа — виттаефиллум хирсутум. Первоначально эти листья были отнесены Т. А. Сикстель к гигантоптеридам. Длина масштабной линейки — 1 см

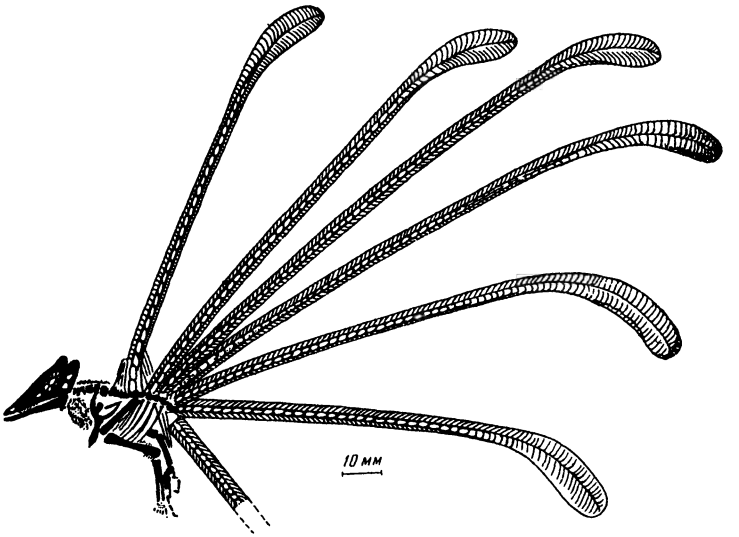
чатым жилкованием. Сходное жилкование было известно у **птеридоспермов** группы **гигантоптерид**, характерных для верхнепермских отложений Китая. Может быть, в Мадыгене найдены их родственники? Тогда возраст вмещающих отложений должен быть позднепермским или в самом крайнем случае раннетриасовым, решила Т. А. Сикстель. Такой вывод вроде бы хорошо согласовывался с данными о присутствии каменноугольных и раннепермских растений в этом регионе.

Однако внешнее сходство мадыгенских листьев с китайскими сыграло с палеоботаником

недобрую шутку. Как впоследствии было показано другими специалистами по палеозойским и раннемезозойским флорам, ближайшими родственниками листьев с сетчатым жилкованием из Мадыгена были не верхнепермские гигантоптериды, а среднетриасовые и позднетриасовые **пельтаспермовые птеридоспермы** рода **сцитофиллум**, весьма характерные для соответствующих отложений. Таким образом, выяснилось, что возраст мадыгенских слоев не позднепермский, а, скорее всего, позднетриасовый.

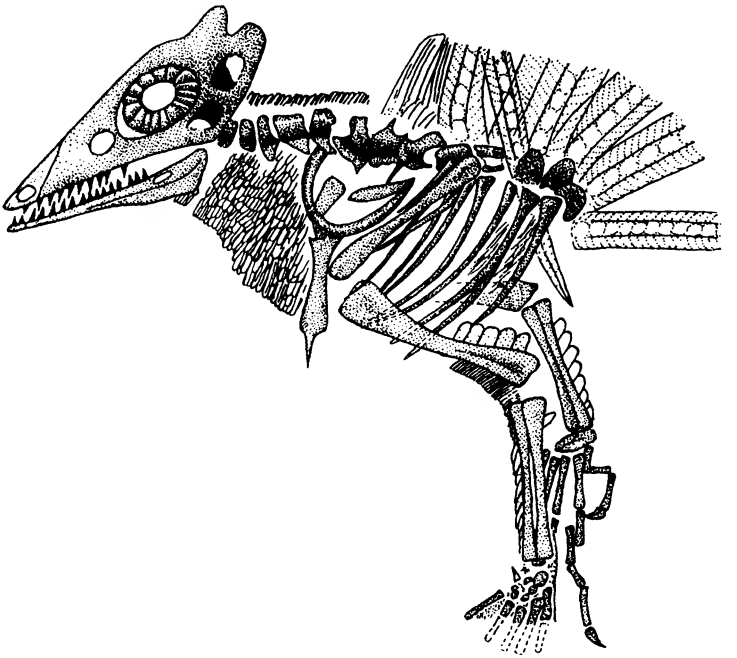
Пока велась ожесточенная дискуссия о возрасте Мадыгена, в самом местонахождении были сделаны многочисленные новые находки. Особенно много нашли **насекомых**, причем самых разнообразных — от **тараканов** до **жуков** и **стрекоз**. Большинство из них сохранились полностью. У некоторых были даже видны следы прижизненной окраски крыльев. На Мадыгене начались планомерные раскопки, которые возглавил известный палеонтолог **Александр Григорьевич Шаров**.

Открытие было сделано совершенно неожиданно. Сначала показалось, что на плитке желтоватого глинистого сланца отпечаталось какое-то фантастическое растение с раскинутыми в стороны необычно изгибающимися лепестками или листьями-перьями. Однако эти перья присоединялись к маленькому телу с треугольной головкой. Удивлению специалистов не было предела.



Отпечаток скелета длинночешуйника необыкновенного — лонгисквамы, обнаруженной в триасовых отложениях урочища Мадыген (Ферганская долина, Киргизия). По А. Г. Шарову (1970), с изм.

После того как образец был доставлен в Москву, в Палеонтологический институт Российской академии наук, А. Г. Шаров занялся детальным изучением загадочного существа. На черепе была хорошо заметна левая глазница с широким кольцом склеральных пластинок, в теменной области были видны два окна — просвета, характерные для диапсидных рептилий (к ним, кстати, относятся и динозавры). Еще одно маленькое — предорбитальное — окно располагалось перед глазницей. В челюстях были видны мелкие, но острые зубки. Животное явно принадлежало к **пресмыкающимся**. В области шеи и на конечностях у него были



Увеличенный фрагмент отпечатка лонгисквамы

видны слегка удлиненные мелкие чешуи, подтверждавшие то, что перед ученым лежали остатки рептилии. Вместе с тем хорошо были видны сросшиеся ключицы, образующие характерную для птиц вилочку. Задние конечности и хвост не сохранились, но, судя по общим пропорциям тела животного, задние лапки тоже были хорошо развиты, а хвост был довольно длинным и тонким (иначе тело потеряло бы устойчивость при движении).

Но самым удивительным оказалось наличие непропорционально длинных, уплощенных на концах чешуй, расположенных вдоль спины су-

Лонгисквама забралась на толстую ветку глоссофиллума. На заднем плане видны членистостебельные неокаламитес. Триасовый период, Мадыген

щества. Эти чешуи несли продольные ребра жесткости, напоминающие осевые части перьев современных птиц, и поперечные борозды, также

придававшие сходство чешуям с перьями. Как выяснилось впоследствии, это сходство было не случайным. Спинные чешуи незнакомца обладали хорошими аэродинамическими свойствами. Они явно помогали животному... летать. К этому выводу и пришел А. Г. Шаров. Перед ним была не известная ранее летающая рептилия, но не птерозавр, а нечто совершенно иное, приспособленное к парашютирующему полету.

По-видимому, эта рептилия могла парашютировать, спускаясь с верхних веток на нижние либо перелетая с дерева на дерево при помощи попутного ветра.

Название новому для науки животному пришло само собой — длинночешуйник, или **лонгисквама** по-латыни. В качестве видового эпитета нельзя было подобрать ничего лучше, чем определение «необыкновенный».

Появление длинночешуйника необыкновенного — это один из героических эпизодов в освоении животными воздушного пространства. Перепрыгивая с ветки на ветку в триасовом лесу Мадыгена, хватая на лету мелких насекомых, этот маленький ящер, конечно же, еще не был хозяином неба, но он уже оторвался от земли.

КАК НАЙТИ ПЛЕЗИОЗАВРА?

Наша электричка подъехала к подмосковному Воскресенску. Вот и знакомая станция с надписью «88 км». С рюкзаком на спине, из

которого торчал отполированный за многие полевые сезоны черенок лопаты, я перешел по мосту на привокзальную площадь, где уже стоял микроавтобус в ожидании пассажиров из Москвы.

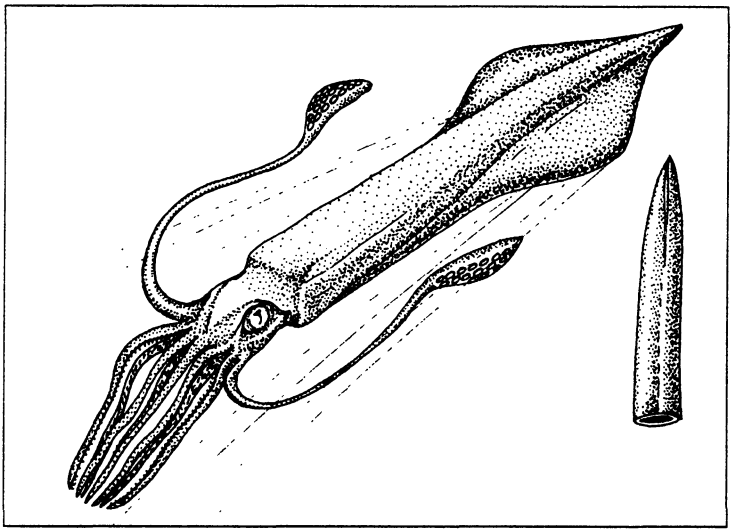
После петляния по пыльным летним улочкам Воскресенска микроавтобус вырвался на просторы загородных полей и лугов, которые вскоре сменились пышными сосновыми лесами, пахнущими смолой в жарком воздухе. Выглядывая в окошко и примостив рюкзак (пока еще легкий!) между колен, наслаждаясь прохладным ветерком, я внимательно присматривался к обрывам лесных овражков, не мелькнет ли где-нибудь прослой темной юрской глины.

Черные **юрские глины** накопились на дне теплого моря, покрывавшего большую часть Европейской России сто пятьдесят миллионов лет назад. Среди просторов этого моря кое-где возвышались острова, покрытые лесами из **хвойных** деревьев, родственных современным болотным кипарисам. Вместе с ними здесь же росли высокие стройные **гинкго** с красивыми, вееровидно рассеченными листьями. В лесах водились **рептилии**, в основном **динозавры** и **черепахи**, но особенно много живности было на мелководных прибрежных отмелях. Здесь среди **губок** ползали **двустворчатые моллюски**, а также **улитки** рода **плевротомария** с красивыми башенковидными раковинами, достигавшими иногда десяти сантиметров в длину.

На более глубоких участках дна можно было заметить то поднимавшихся, то опускавшихся к зарослям водорослей **аммонитов** рода **виргатитес, головоногих моллюсков**, которые сидели в красивых перламутровых спиральных раковинах с ветвящимися ребрами, придававшими раковинам особую прочность. Большинство аммонитов были небольшими, но иногда из глубины показывались настоящие гиганты с раковинами размером с колесо солидного грузовика, а то и больше. В солнечных лучах, переплетавшихся в аквамариновой морской воде, под постоянно меняющимся зеркалом поверхности моря проносились стайки **белемнитов**, других головоногих моллюсков, удивительно напоминавших современных кальмаров. Но вот из фиолетовой глубины моря поднялось что-то страшное и по-настоящему большое. Что-то, что заставило притаиться все население юрского моря...

Я отвлекся от своих размышлений. Автобус подкатил к моей остановке, небольшой асфальтированной площадке на опушке леса. Я вышел и сразу окунулся в шелест листвы и звуки птичьих трелей, непривычных городскому жителю. Осталось пройти несколько километров по молодому сосновому леску мимо озера, образовавшегося на месте старого фосфоритового карьера, и я буду на месте.

Вскоре за сосновыми верхушками показались крутые склоны старых отвалов карьера. На темной сыпучей породе неохотно селились



Реконструкция белемнита (слева) и ростр белемнита, или, как его еще называют в народе, «чертов палец» (справа). Белемниты были чрезвычайно широко распространены в мезозойских морях с триаса по мел и были представлены большим разнообразием форм. Среди белемнитов отмечались гиганты вроде раннеюрского мегалотейтиса, были каракатицеподобные формы (раннемеловые дювалии), были и мелкие существа вроде хиболитов. Стаи белемнитов, безусловно, являлись кормовой базой для многих мезозойских морских пресмыкающихся, ихтиозавров и плезиозавров, а также для летающих ящеров. Иногда встречаются ростры белемнитов со следами прижизненных повреждений, оставшихся от укусов ящеров или крупных рыб

растения. Слишком много здесь было фосфатов, ценного удобрения, когда они в небольшом количестве, но в такой большой концентрации, как здесь, превращавшихся в сильный яд.

Я поднялся на первую гряду отвалов. Холмы, образованные отработанной породой, тянулись довольно далеко, на несколько кило-

метров, и только у горизонта виднелся темной синеватой зубчатой каемкой еловый лес. Стояла необыкновенная тишина. Я был совершенно один.

Пришло время начинать поиски. Тут и там на склонах отвалов виднелись конические ростры белемнитов красивого янтарного оттенка, эффектно выделявшиеся своим цветом на фоне темной юрской глины. Покопавшись в отвалах поосновательней, можно было найти раковину плевротомарии либо тяжелую перламутровую спираль аммонита. Кое-где попадались россыпи изогнутых белых трубочек — раковин **левиденталиумов**, или «морских зубов». В одном месте я нашел рассыпавшийся панцирь **морского ежа диплоцидариса**, в другом — шипастую клешню юрского **рака**.

В поисках и сборах окаменелостей прошло несколько часов. Я аккуратно собирал все найденное, тут же подклеивал быстро сохнущим клеем и пропиткой поврежденные образцы. Мелкие ракушки и зубы **акул** (попадались и они) я раскладывал по коробочкам, а то, что покрупнее, заворачивал в заранее приготовленные куски крафтовой бумаги, а затем — в полиэтиленовые пакеты.

Погода стала меняться. Над дальним лесом заклубились грозовые тучи, быстро заволакивая небо. К автобусной остановке до начала грозы я не успевал. Через дальний лес проходила узкоколейка, по которой когда-то вывозили фосфоритовую руду. Там сохранились

местами и производственные строения, в которых можно было переждать ливень. Но прежде надо было пересечь несколько высоких гряд, отделявших меня от леса.

Взобравшись на одну из них, я не поверил своим глазам. Прямо на гребне, рядком один за другим лежали позвонки чудовищного размера. Часть из них скатилась вниз по склону. Здесь же были рассыпаны и другие кости, среди которых узнавались огромные ребра, широкие лопатки и удлиненные косточки плавников. Много лет назад экскаватор, сбрасывавший в отвал юрскую породу, захватил ковшом и вывалил на поверхность часть скелета гигантского морского ящера, окаменелые кости которого, омытые и отпрепарированные дождями и ветрами, лежали сейчас передо мной.

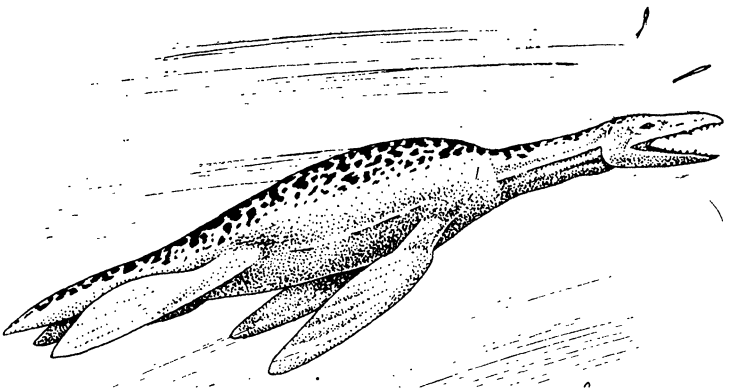
Забыв про начинавшуюся грозу, под ее первыми тяжелыми каплями, в свете вспышек молний, раскалывавших потемневшее небо, я начал торопливо собирать кости на расстеленные между соседними грядами отвалов большие листы крафта. Костей оказалось довольно много. Здесь были шейные и туловищные позвонки диаметром в добрый десяток сантиметров, части ребер и костей конечностей, а также челюсти, расколовшиеся на мелкие фрагменты. Нашлось даже несколько прихотливо изогнутых черепных костей. Форма позвонков характерных удлиненных пропорций, а также кости плавников, отдаленно напоминавшие сильно

вытянутые песочные часы, однозначно указывали на то, что я нашел остатки **плезиозавра** — морского ящера, наводившего ужас на обитателей позднеюрского моря.

НАХОДКА МЭРИ ЭННИНГ

История изучения **плезиозавров** началась в девятнадцатом веке, когда англичанка **Мэри Эннинг**, дочь коллекционера и продавца окаменелостей, унаследовавшая семейное дело, в 1824 году обнаружила в окрестностях городка **Лайм-Риджис** на морском берегу среди обнажавшихся там глинистых **сланцев** и **известняков** окаменелый скелет какого-то странного существа в несколько метров длиной. Его тело, отдаленно напоминавшее общими очертаниями тело мягкопанцирной черепахи, было снабжено двумя парами ластов — животное явно было водным — и плавно переходило в очень длинную змеевидную шею. Голова с хищными челюстями, усаженными загнутыми назад острыми зубами, и сейчас вызывала какой-то инстинктивный страх. Хвост был не очень длинным, но хорошо развитым. Перед Мэри Эннинг лежала не известная ранее науке хищная морская **рептилия**.

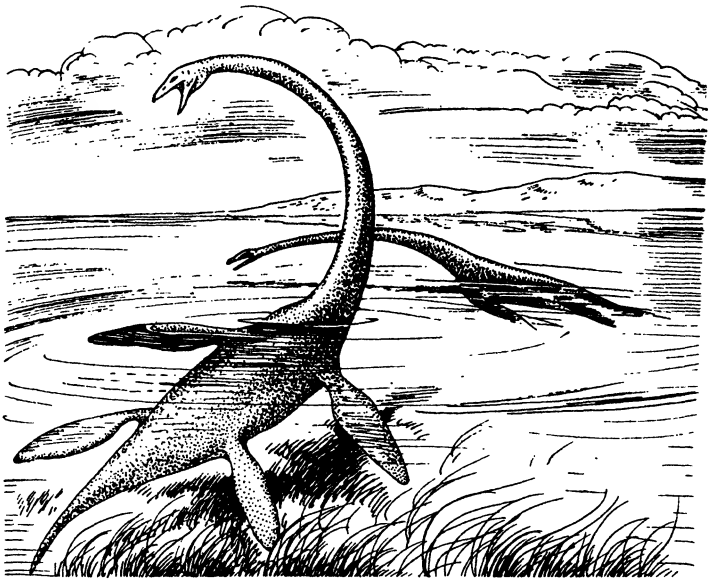
Этот скелет был описан в том же году (с небывалой для науки скоростью написания и публикации ученого труда) **Уильямом Конибиром**, английским палеонтологом. Конибир



Стайки рыб преследует крупный плезиозавр вида эвриклейдус крупноголовый. Эвриклейдус — один из ранних, еще слабо специализированных плезиозавров. Обитал он в раннеюрскую эпоху в морях, покрывавших в то время значительную часть Европы. Остатки эвриклейдуса были найдены в Германии в 1899 году недалеко от города Хальберштадт. В длину этот плезиозавр достигал трех метров

дал новому морскому ящеру название плезиозаурус долиходейрус, то есть **длинношеий плезиозавр**.

Прекрасно сохранившиеся скелеты раннеюрских плезиозавров были найдены и отпрепарированы знаменитым немецким палеонтологом **Бернгардтом Гауффом**. Этих плезиозавров нашли в так называемых **посидониевых сланцах**, темных, сильно битуминозных плитчатых породах, добывавшихся в карьерах у немецкого городка **Хольцмаден**. Встречаются остатки плезиозавров и в России, особенно часто — в **поволжских сланцевых рудниках** в Пензенской, Самарской и Ульяновской областях, а также в Подмосковье.



Один из самых крупных представителей длинношеих плезиозавров — эласмозавр. Ящеры этого рода достигали в длину тринадцати метров, причем значительная часть общей длины тела рептилии приходилась на длинную и гибкую шею, состоявшую из 76 позвонков

Плезиозавры были хищными животными. Их названия говорят сами за себя: **муренозавр, гидротерозавр, стиксозавр...** Ящер-мурена, ящер — водный тиран, ящер — обитатель Стикса, мифической реки подземного царства, отделявшей мир живых от мира теней, мира мертвых. Гигантские короткошеие плезиозавры из группы **плиозавров** были активно атакующими хищниками. **Эласмозавры** с очень длинными восьмиметровыми шеями из 76 позвонков (абсолютный рекорд среди всех позвоночных — и вымерших, и ныне живущих!)

могли нападать из засады на проплывавшую мимо рыбу или даже хватать **летающих ящеров**, резко выбрасывая голову с зубастыми челюстями на несколько метров вперед.

Остатки эласмозавров были найдены в многометровых толщах **писчего мела**, обнажающихся в американских штатах Канзас, Небраска и Техас. Вместе с костями эласмозавров здесь же встречаются скелеты гигантских **мозазавров**, летающих ящеров **птеранодонов** и древних **зубастых птиц — ихтиорнисов** и **гесперорнисов**.

Последние остатки плезиозавров были встречены в **меловых отложениях**, но люди, посвятившие себя криптозоологии, то есть поискам неизвестных ныне живущих существ, верят, что плезиозавры не вымерли и до сих пор живут где-то в глубинах океана.

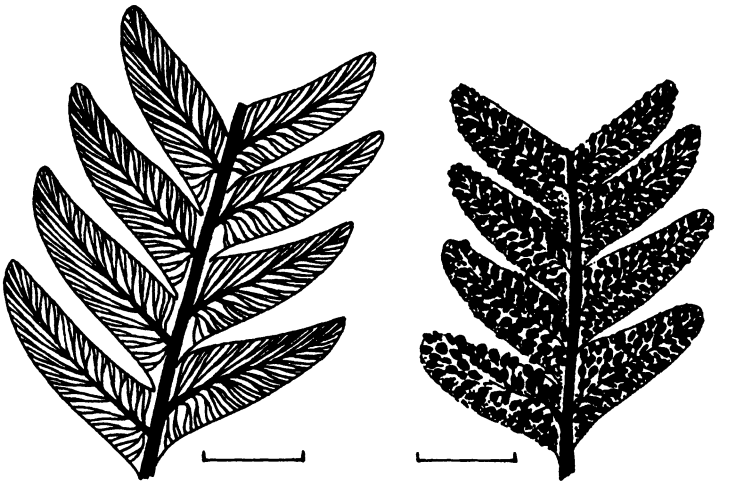
Конечно, это маловероятно. Подавляющее большинство плезиозавров обитало в прибрежных водах и скорее всего было вынуждено периодически вылезать на берег, чтобы отложить яйца. К жизни в просторах океана были приспособлены только самые крупные из них — короткошеие плиозавры родов **лиоплевродон** и **кронозавр**, достигавшие двадцатиметровой длины. Кроме того, все водные рептилии дышат воздухом и должны подниматься на поверхность. Могли ли плезиозавры или их ближайшие родственники сохраниться до настоящего времени? На этот вопрос должно ответить дальнейшее изучение Мирового океана.

РАСТИТЕЛЬНОСТЬ МЕЗОЗОЯ

В середине **мезозойской эры** почти на всей Земле установился мягкий теплый и влажный климат, самым благоприятным образом сказавшийся на развитии наземной растительности. Землю пышным ковром покрывали заросли **мхов, хвощей** и **папоротников**, особенно широко распространившихся во влажных низинах, в долинах рек и по берегам озер. На более возвышенных местах процветали различные **голосеменные**, из которых наибольшее развитие получили **саговники, беннеттиты, гинкговые, чекановскиевые** (их еще называют **лептостробовыми**) и **хвойные**, принадлежавшие новым, мезозойским семействам. Ближе к концу мезозойской эры появились **цветковые**, или покрытосеменные, растения.

Мхи в мезозое, видимо, были уже представлены всеми основными типами, сохранившимися и по сей день. Большая их часть относилась к группе листостебельных мхов, другие — к так называемым **печёночникам** типа маршанции.

Юрские и меловые **хвощи** уже смело могут быть отнесены к роду хвощ (*Equisetum*), к которому относятся и все современные хвощи. Однако в те времена представители **хвощей** отличались гораздо большими размерами. Несмотря на то что побеги этих растений, в отличие от каменноугольных каламитов, не имели способности ко вторичному утолще-



В триасовых, юрских и нижнемеловых отложениях часто попадаются отдельные листья осмундовых, обычно относящиеся к формальному роду кладофлебис (на рисунке слева), и спороносные листья с отдельными округлыми или эллиптическими спорангиями, разбросанными по поверхности нижней стороны листа (род тодитес; на рисунке справа).
Длина масштабной линейки — 1 см

нию, они тем не менее могли достигать значительных размеров — до десяти сантиметров в диаметре стволов и нескольких метров в высоту.

В **триасовом** и **юрском периодах**, а также в начале **мела** на Земле, помимо разнообразных голосеменных, широко распространились представители новых семейств **папоротников**, среди которых особое место занимают осмундовые. Строго говоря, первые **осмундовые** появились еще в конце палеозоя, в пермском периоде, но только после пермо-триасового экосистемного кризиса они смогли занять действительно зна-

чительное место в наземной растительности. Наибольшее разнообразие осмундовых приходится именно на мезозой. Среди мезозойских осмундовых было особенно много представителей родов **тодитес, осмундопсис и осмунда**. Стерильные листья тодитесов, часто встречающиеся в мезозойских отложениях, обычно относят к самостоятельному **формальному роду кладофлебис**, который считается типично мезозойским.

Некоторые реликтовые представители осмундовых (например, роды тодея и осмунда) сохранились на Земле до настоящего времени.

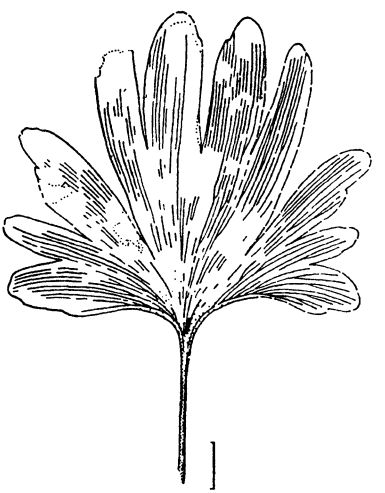
Саговники ведут свою родословную от палеозойских птеридоспермов. Около 130 видов саговников сохранились до настоящего времени. Они растут в условиях теплого тропического или экваториального климата. Из побегов и семян некоторых из них изготовляют саго, крахмалистое вещество, используемое в пищевой промышленности. Своим внешним обликом древние мезозойские саговники напоминали современные. Это были относительно невысокие деревья с толстым стволом и пучком перистых листьев на верхушке. Среди листьев располагались генеративные органы. Однако имеются косвенные указания на то, что некоторые из мезозойских саговников с небольшими листьями могли напоминать формой кроны современные деревья с многократно ветвящимися побегами типа дуба или яблони.

Очень интересной и своеобразной группой мезозойских голосеменных были **беннетти-**

ты. Внешне они напоминали саговники, с которыми раньше их часто путали. Однако впоследствии выяснилось, что микроструктурные признаки эпидермиса — тонкой кожицы, покрывающей листья растений, у них совершено иные. И, что самое главное, у бенеттитов были очень необычные органы размножения. По многим признакам они уже значительно напоминали цветки покрытосеменных растений.

Особое место среди растений триаса, юры и мела занимали представители **гинкговых**.

В мезозойскую эру гинкговые испытывали настоящий расцвет. В отличие от современного **гинкго двулопастного** мезозойские виды рода гинкго в основном имели листовую пластинку, рассеченную не на две большие лопасти, а на многочисленные сегменты. Иногда вместе с листьями гинкго встречаются семена и даже генеративные органы, принадлежавшие тем же растениям.



Лист гинкго из меловых отложений Сибири. Длина масштабной линейки — 1 см

Гинкго — удивительное «живое ископаемое», современник динозавров —

Нередко палеоботаники выделяют различные виды и даже роды, используя в качестве важных диагностических признаков характер надрезанности края листовой пластинки, ширину сегментов или лопастей сложного листа и его размеры. Однако практика палеоботанических исследований показывает, что иногда даже у одного растения степень надрезанности листа и характер лопастей листа могут сильно меняться в пределах одной ветви. На морфологии листовой пластинки сказывается возраст листа и его положение на побеге (и, соответственно, условия освещенности). На рисунке показаны побеги двух видов юрских гинкговых — байера халлеи (слева) и гинкго йимаензис (справа). Хорошо видно, что степень рассеченности листа закономерно уменьшается в направлении к верхушке побега. По: Zhou, Zhang, 1989, 1992; с изм. и дополнениями.
Длина масштабной линейки — 1 см

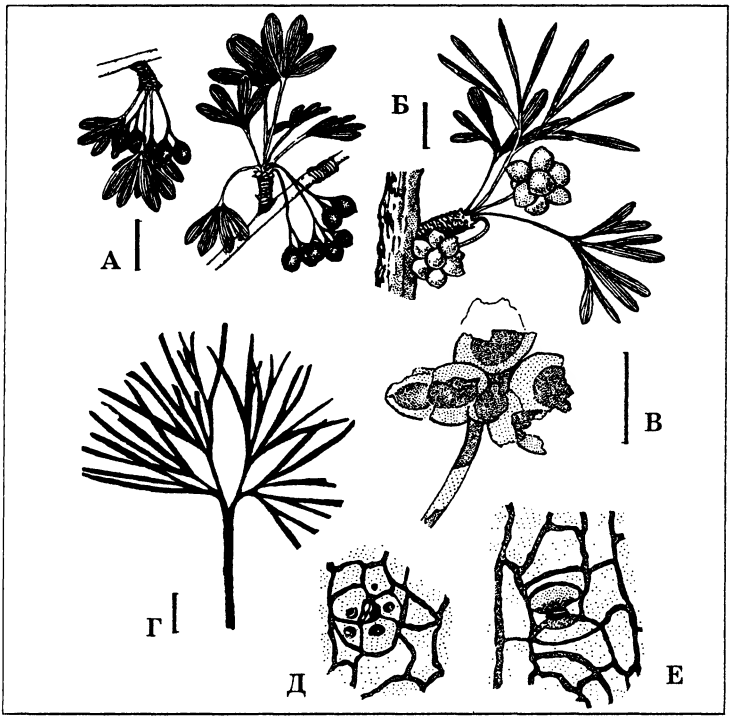
стало известно европейцам после того, как голландский врач **Е. Кемпфер** зашел в 1690 году в одну из японских лавочек, где купил несколько семян этого растения, употреблявшихся японцами в пищу. Само растение почиталось как священное. Вскоре Кемпферу показали взрослый гинкго. Растение оказалось большим деревом с раскидистой кроной. Молодые экземпляры гинкго имели крону пирамидальной формы. Самые крупные деревья достигали тридцати метров в высоту и трех метров в диаметре. Японцы называли эти деревья «гин-кио» (серебрянный абрикос) и культивировали, выращивая в садах, окружающих буддистские храмы. Священные рощи гинкго позднее были обнаружены в Китае и Корее, где эти растения также культивировали с незапамятных пор. Возможно, поэтому гинкго и удалось сохраниться до настоящего времени. Это, пожалуй, один из редких примеров того, как человек способствует сохранению, а не вымиранию вида, находящегося под угрозой исчезновения. В 1712 году Кемпфер описал растение под названием «гинкго». К 1730 году гинкго появляются в ботанических садах, дендрариях и коллекциях экзотических диковинок в Европе. Сейчас гинкго широко используется в интродукции, особенно в Соединенных Штатах Америки, где саженцы и семена гинкго появились к концу восемнадцатого века.

Первое научное описание гинкго двулопастного — единственного современного вида

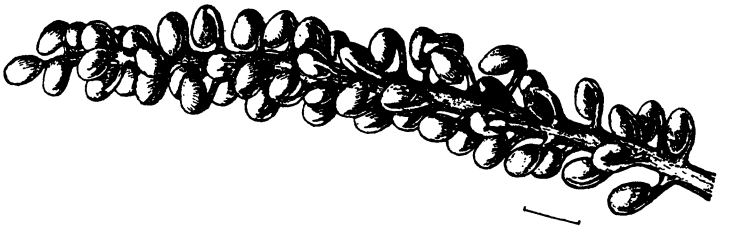
целого класса (!) гинкговых — было обнародовано **Карлом Линнеем** в 1771 году.

Гинкго с самого начала своего открытия европейской наукой вызывал интерес и восхищение не только у ботаников. Иоганн Вольфганг Гете одно из своих стихотворений посвятил гинкго: Dieses Baums Blatt, der von Osten meinem Garten anvertraut... Стихотворение он так и назвал: «Гинкго билоба». Оно было написано в 1815 году в альбом Марианны фон Виллемер с романтическим намеком на то, что лист гинкго, разделенный на две лопасти, сливающиеся у основания, как бы является символом объединения двух влюбленных. К альбомному листу были прикреплены два листа гинкго, соприкасающиеся своими черешками. И по сей день в Веймаре молодые люди заказывают у ювелиров золотые украшения, выполненные в форме листа гинкго, чтобы подарить их своим избранницам.

По своим морфологическим особенностям гинкго резко отличается от многих других растений. Прежде всего необходимо отметить необычную форму его листьев. Они имеют, как правило, округло-ромбические очертания, с шириной, превышающей (не всегда) длину, с хорошо развитым черешком и глубоким вырезом в средней части, придающим листу двулопастную форму. Семеносные органы гинкго (их называют мегаспорофиллами, или, с некоторой долей условности, «мегастробилами») представляют собой длинные оси (ножки) с распо-



Вегетативные и генеративные органы мезозойских гинкговых. А — семеносные органы юрского гинкго йимаензис. В отличие от современного гинкго двулопастного, у которого на одной генеративной оси присутствуют только два семени, а развивается вообще только одно, у гинкго йимаензис на одной оси могут развиваться до трех семян. Б — более примитивное, чем гинкго йимаензис, гинкговое, относящиеся к виду йимайя халлеи. У йимайи семена собраны в компактные головчатые собрания, а листья рассечены на длинные и узкие лопасти. В — отпечаток семеносного органа йимайи; видны остатки шести семян, сохранившихся в различной степени, а также длинная ножка, к которой они прикреплялись. Г — лист гинкгового вида байера халлеи с длинными, многократно дихотомирующими сегментами. Д, Е — строение эпидермы йимайи с устьицами. Замыкающие клетки устьиц снабжены губовидными утолщениями. По: Zhou, Zhang, 1989, 1992; с изм. и дополнениями. Длина масштабной линейки — 1 см. Д, Е — увеличены в 500 раз



Реконструкция генеративного органа юрского гинкгового, относящегося к виду каркения цилиндрическая. Длина масштабной линейки — 1 см. По: Schweitzer, Kirchner, 1995; публикуется с любезного разрешения профессора Х.-И. Швайцера

ложенными на них двумя семенами. Из пары семян к концу генеративного сезона полностью развивается только одно. Иногда встречаются аберрантные мегаспорофиллы с большим количеством семезачатков, прикрепленных к единой генеративной оси с помощью длинных семяножек. Попадаются и другие аберрации семеносных органов гинкго: семена могут развиваться по краям листовой пластинки. Мужские генеративные органы (микростробилы) гинкго представляют собой длинные оси, на которых по спирали сидят микроспорангии, обычно собранные в группы (синангии) по два, реже — по три или четыре микроспорангия.

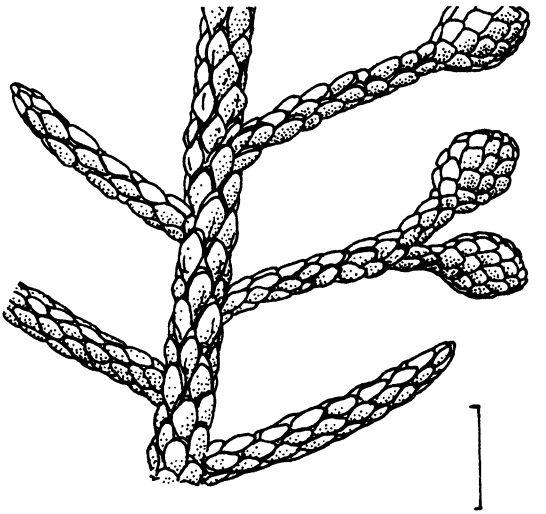
Древесина гинкго очень напоминает древесину хвойных, но отличается полным отсутствием смоляносных полостей и как бы вздутыми, широкими сердцевинными лучами. Описаны ископаемые образцы древесины гинкговых, относящиеся к родам **протогинкгоксилон**, **байероксилон** и **физматопитис**. Остатки древесины, принадлежавшие ископае-

мым гинкговым, встречаются в **юрских отложениях Подмосковья.**

Остатки листьев, которые палеоботаники с той или иной степенью уверенности относят к родам гинкго или **гинкгоитес** (второе родовое название обычно используется, когда микроструктурные признаки эпидермы листьев неизвестны), встречаются в кайнозойских и мезозойских отложениях. В более древних отложениях, имеющих пермский возраст, сходные с гинкго листья также встречаются (в основном их относят к родам **керпия, сфенобайра** и **гинкгофиллум**), но относительно их систематического положения существуют противоречивые мнения.

Среди юрских и раннемеловых голосеменных, встречающихся в соответствующих отложениях Северного полушария, особенно широко распространены **чекановскиевые.** Эта группа растений получила свое название в честь польского геолога **А. Л. Чекановского,** проводившего исследования мезозойских толщ Сибири, где чекановскиевых особенно много. Их листья, собранные в пучки, явно были опадающими, а леса, которые состояли из чекановскиевых и **феникопсисов** — еще одного рода растений из той же таксономической группы, были листопадными.

В начале мезозойской эры появляются новые группы хвойных. Из юрских и раннемеловых хвойных надо назвать представителей **араукариевых и хейролепидиевых** (например, роды **брахифиллум** и **пагиофиллум**), осо-



Один из представителей семейства араукариевых — брахифиллум сосочковый

бенно широкое распространение получивших в юрском периоде. Араукариевые были высокими деревьями и, как и гинкго, сохранились до настоящего времени. Хейролепидиевые, возможно, были более низкорослыми и образовывали густые прибрежные заросли.

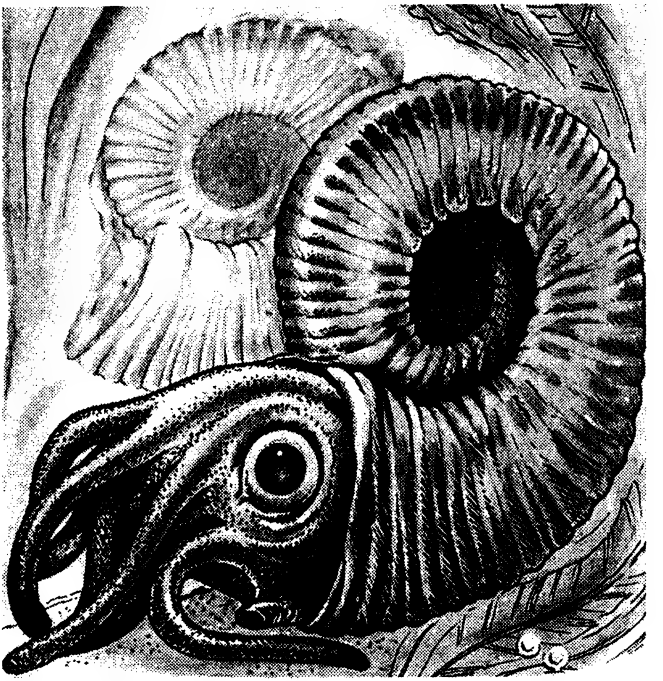
Ветви брахифиллумов были найдены в юрских **плитчатых сланцах Каратау**, известных многими другими интересными находками ископаемых организмов. Именно здесь были найдены летающие ящеры — рамфоринхи вида сордес пилозус («нечисть волосатая»), описанные А. Г. Шаровым; рыбы из группы костных ганоидов, которыми эти ящеры питались; разнообразные насекомые с сохранившейся окраской крыльев; черепаха яксартемис длин-

нохвостый и саламандра караурус Шарова; многочисленные отпечатки листьев древних папоротников, саговников и беннеттитов; а также перо удивительного и загадочного крылатого существа преорнис Шарова.

РОГА АММОНА

В морях **мезозоя** было много диковинок. О некоторых из них, например о гигантских морских ящерах, мы уже поговорили. Но нельзя продолжить разговор о мезозойской жизни, не упомянув аммонитов.

Аммониты — это собирательное название для крупной группы морских **головоногих моллюсков**, тело которых было заключено в спиральную раковину со сложной системой внутренних перегородок. Аммониты относятся к большому подклассу головоногих, называемому **аммоноидеями**. Кроме собственно аммонитов, в этом подклассе есть и другие головоногие, более древние и проще устроенные. У наиболее простых из них лопастная линия (линия срастания поперечной перегородки с самой раковиной) еще только слабо изогнутая. Такую линию называют гониатитовой, а самих животных — **гониатитами**. Они обитали в позднепалеозойских морях с **девона** до **перми**. У более сложных и лопастная линия усложнилась. С одной ее стороны (направленной к начальным оборотам раковины) появились многочисленные мелкие зуб-



Аммонит хейлоницерас, обитавший в меловых морях. В отличие от собратьев аммонитов с гладкой раковиной, хейлоницерасы были придонными жителями, хотя при необходимости могли плавать и в толще воды

чики. Эта лопастная линия была названа цератитовой. Она характерна для **цератитов**, обитавших в триасовых морях, но встречается также и у некоторых пермских гониатитов и изредка даже у меловых аммонитов (у этих последних она образуется за счет редукции более сложной линии). У настоящих юрско-меловых аммонитов, принадлежащих к отрядам **фил-**

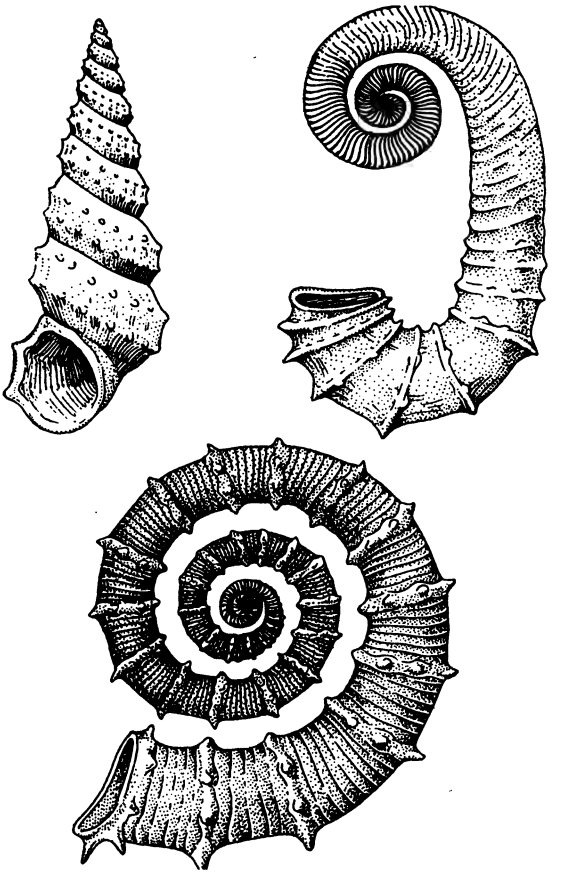
лоцератид, литоцератид и **аммонитид**, лопастная линия становится очень сложной. Усложнение лопастной линии в процессе эволюции аммоноидей явно было вызвано стремлением к укреплению раковины, необходимому, во-первых, для противостояния хищникам, а во-вторых, для погружения во все более глубокие области океана.

Свое название аммониты получили в честь древнеегипетского бога Аммона, голову которого украшали бараньи рога. Некоторые из аммонитов с грубыми поперечными ребрами действительно напоминают спирально скрученный бараний рог. Однако помимо таких ребристых раковин, у аммонитов были и гладкие раковины, и раковины с различными украшениями в форме шипов, бугорков, килей, а также других скульптурных элементов. Кроме раковин в виде правильных спиралей, у некоторых аммонитов появились гетероморфные раковины в форме различных крючков, развернутых спиралей, раковины, напоминающие штопор, и другие.

Аммониты были сугубо морскими организмами. Однако они, безусловно, заселяли разные зоны моря и вели различный образ жизни. Аммониты с гладкими уплощенными раковинами явно были активными пловцами. Аммониты с более толстыми, пузатенькими и ребристыми раковинами, скорее всего, вели менее подвижный образ жизни и питались у морского дна, охотясь за мелкими придонными беспозвоночными и рыбами. Аммониты с

гетероморфными раковинами, скорее всего, меняли образ жизни по мере роста. В начале жизни, когда их раковины были еще маленькими и имели форму правильной спирали, гетероморфные аммониты жили так же, как и другие их собратья. Они довольно активно плавали в толще воды. Затем, когда последний оборот их раковины выпрямлялся, они предпочитали придонный образ жизни. И, наконец, когда устьевая часть раковины загибалась кверху, аммонит предпочитал парить в толще воды. Единственным доступным способом питания, по гипотезе известного специалиста по головоногим К. Н. Несиса, для гетероморфных аммонитов такого типа (например, родов **анцилоцерас** и **макроскафитес**) была ловля мелких планктонных организмов специальными «сетями» из выделявшейся ими слизи. Такой способ питания и до сих пор используют некоторые планктонные моллюски, являющиеся отдаленными родственниками головоногих.

Среди гетероморфных аммонитов были и другие формы, такие, например, как **туриллитес**, с башенковидной раковиной, очень напоминающей раковину брюхоногих моллюсков рода **турителла**. Эти аммониты, видимо, как и турителлы с внешне похожим строением раковины, вели придонный образ жизни, ползая по дну и собирая всякую съедобную мелочь. Однако у них было одно существенное преимущество. Туриллитесы могли передвигаться и по



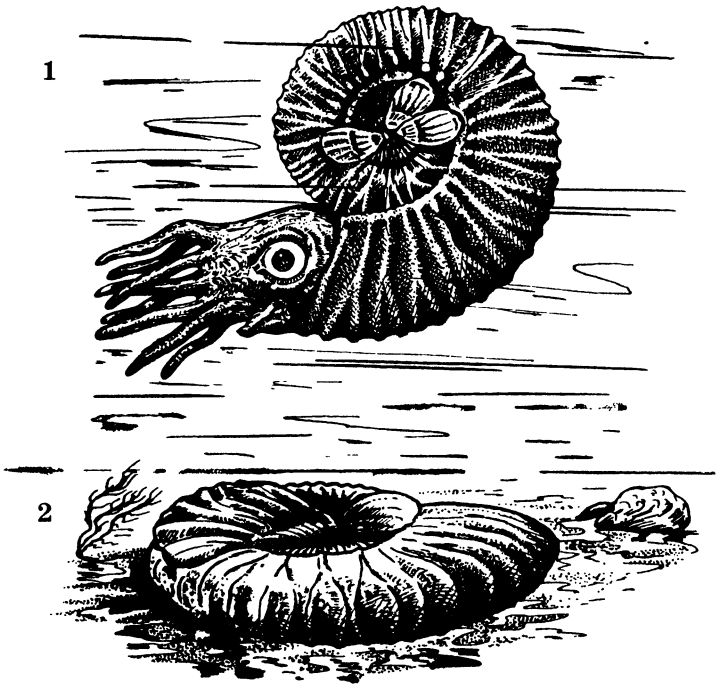
Раковина различных гетероморфных аммонитов из отряда литоцератид. Слева вверху — башенковидная раковина аммонита рода туррилитес, обитавшего на дне. Справа вверху — раковина аммонита рода анцилоцерас, образ жизни которого менялся по мере роста: сначала этот аммонит жил в придонных условиях, но был при этом относительно проворным пловцом, затем начинал передвигаться более степенно и все чаще поднимался в толщу воды, а в конце концов переходил к парению высоко над дном и к ловле мелких планктонных беспозвоночных. Внизу показана раковина аммонита криоцератитес с несоприкасающимися оборотами спирали и хорошо развитыми, циклически расположенными коническими шипами

очень мягкому глинистому дну, поскольку их раковина с воздушными камерами сообщала телу положительную плавучесть. Таким образом, при необходимости туриллитес мог всплывать над опасным или неудобным для передвижения участком дна.

Аммониты очень важны для геологов-стратиграфов. Дело в том, что раковины аммонитов в процессе эволюции по меркам геологического времени изменялись довольно быстро. Кроме этого, поскольку многие аммониты были активными пловцами и обитали во всех морях мезозойской Земли, их раковины разносились чрезвычайно широко. Поэтому, когда геологи находят раковины одного и того же вида аммонитов в разных районах земного шара, они с уверенностью могут сказать, что отложения, содержащие эти раковины, имеют один и тот же возраст. Высокая скорость эволюции аммонитов позволяет расчленить мезозойские отложения по их остаткам с чрезвычайно большой детальностью. Ученые нередко называют аммонитов минутной стрелкой часов геологического времени.

ПЕРЕДВИЖНОЕ ДНО

На дне юрского моря, покрывавшего территорию Европейской России, накапливались мощные толщи черных жидких илов, обогащенных органикой. Многим моллюскам и червям, ведшим прикрепленный образ жизни, бы-



Верхнеюрский аммонит виргатитес палласианус из отложений волжского яруса Подмосковья с ксеноморфной устрицей лиостреа пластическая. 1 — при жизни аммонита, 2 — после его смерти

ло очень сложно найти подходящий твердый субстрат, на котором можно было бы начать возводить свои домики — твердые раковины. Однако некоторые из донных обитателей научились решать эту проблему. Свободноживущие личинки **устриц** вида **лиостреа пластическая**, например, прикреплялись к раковинам **аммонитов** еще при жизни самого головоногого моллюска, а затем уже после его смерти, когда раковина аммонита опускалась на дно, те

устрицы, которым посчастливилось прикрепиться к стороне аммонита, оказавшейся после падения наверху, могли развиваться и дальше.

При этом раковина устрицы, плотно примыкая к раковине аммонита, иногда воспроизводила его очертания (это явление палеонтологи называют ксеноморфизмом). Сами устрицы мало менялись в масштабах геологического времени в отличие от аммонитов, эволюционировавших очень быстро и потому служащих надежными показателями возраста пород. Иногда бывает так, что хрупкие раковины аммонитов не сохраняются в отложениях, а вот устрицы с их толстыми массивными раковинами, наоборот, сохраняются. Тогда геолог, нашедший раковину устрицы с ксеноморфизмом, по естественному «слепку» аммонита, выполненному поселившейся когда-то на аммоните устрицей, может довольно точно определить и вид аммонита, и возраст отложений, где была найдена ксеноморфная устрица.

ВСЕ ЛИ МЫ ЗНАЕМ О ДИНОЗАВРАХ?

Сейчас можно спросить любого школьника, что он знает о динозаврах, и получить довольно подробный ответ с перечнем всех наиболее хорошо изученных видов динозавров, а также с подробным описанием того, как, когда и где они жили. Многочисленные (правда, не всегда хорошо написанные и точно передающие научные факты) книги со-

здают впечатление, что о динозаврах известно буквально всё.

Если мы посмотрим на мировые карты, где зафиксированы известные местонахождения динозавров, то на месте России и сопредельных государств увидим белое пятно. Соответствует ли это действительности?

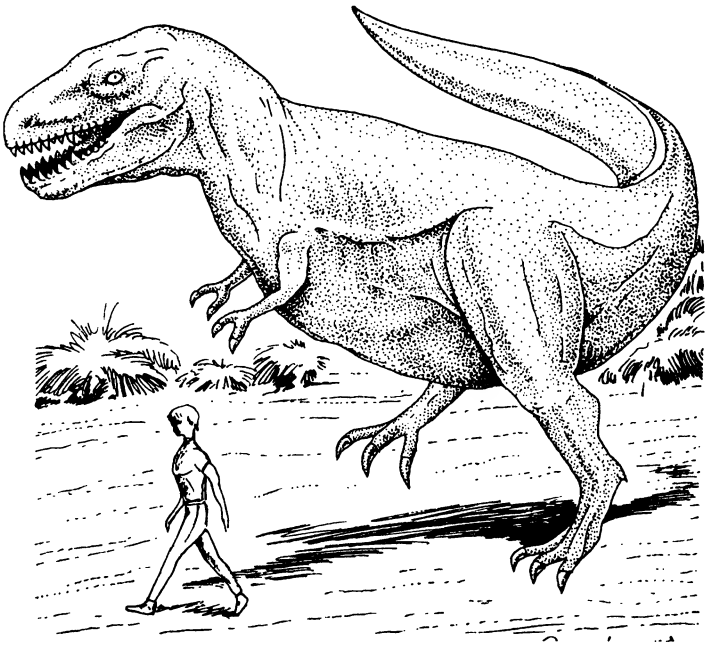
В 1916 году в России были найдены остатки крупного **утконосого динозавра**, названного **манджурозавром**. Нашел их выдающийся отечественный палеоботаник **А. Н. Криштофович** в верхнемеловых отложениях бассейна реки Амур. В Средней Азии были найдены целые скелеты **пробактрозавра** и **прохенеозавра**. Сейчас эти удивительные по полноте сохранности экземпляры экспонируются в Палеонтологическом музее в Москве. На Дальнем Востоке в окрестностях города Благовещенск-на-Амуре организован палеонтологический заказник, в котором охраняется одно из богатейших в нашей стране местонахождений остатков динозавров. Даже в Подмосковье, в юрских отложениях, вскрытых карьером у железнодорожной станции Пески казанского направления, вместе с остатками растений, черепах и двоякодышащих рыб был найден зуб небольшого хищного динозавра. Местонахождение раннемеловых динозавров обнаружено сотрудниками Томского университета в Кемеровской области по берегам реки Кия. Здесь найдены скелеты небольших растительноядных попугаеклювых динозавров — **пситтакозавров**, зубы и когти хищных **раптo-**

ров, черепа **крокодилов**, а также позвонки **зауропод**. В этом же местонахождении нашлись и остатки древнейших **млекопитающих — тритилодонтов**. В Туркмении (хребет Кугитанг-Тау, гора Ходжа-Пиль-Ата), Таджикистане (Раватское ущелье, хребет Бабатах), Грузии (гора Сатаплия и окрестности города Цители-Цкаро) были найдены многочисленные хорошо сохранившиеся следы древних ящеров.

Таким образом, динозавры жили и на территории современной России и сопредельных стран.

Довольно неожиданным с точки зрения палеонтологии 1970–1980-х годов было обнаружение непосредственного родства между хищными динозаврами и **птицами**. Поток сенсационных открытий начался с открытия в Китае остатков **микрораптора**, мелкого хищного динозавра с костями, устроенными по-птичьему, способного лазить по деревьям. Длина взрослого микрораптора составляла всего сорок сантиметров. Скелет микрораптора очень похож на скелет **археоптерикса**.

Казалось бы, среди динозавров все рекорды с точки зрения размеров давно уже побиты такими известными гигантами, как тираннозавры, брахиозавры и диплодоки. Однако новые находки продолжают удивлять. В Аргентине в местечке Ньюкуин были найдены части скелета тринадцатиметрового хищного динозавра, названного **гиганотозавром**. Он



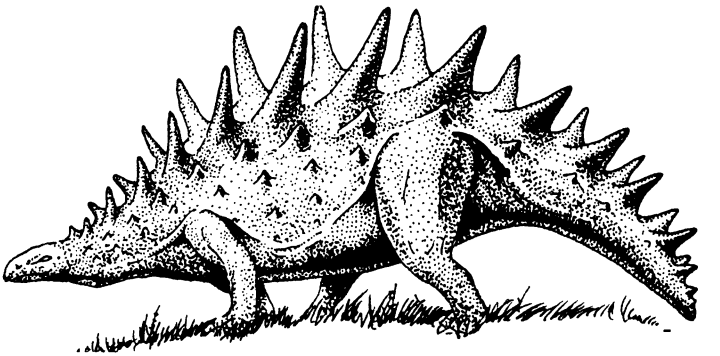
Гигантский хищный динозавр-тираннозаврид, отнесенный к роду гиганотозавр. Остатки гиганотозавра были обнаружены в верхнемеловых отложениях Аргентины. Человек внизу показан для масштаба

жил в середине мелового периода, за тридцать миллионов лет до появления знаменитого Ти-рэкса.

В 1990 году в штате Колорадо (США) были обнаружены кости гигантского зауропода, длинношеего четвероногого динозавра, родственного диплодоку. Однако длина **суперзавра** превышала длину 25–27-метрового диплодока по меньшей мере на 10 метров. Весил он не менее тридцати тонн. Вместе с тем оказалось, что некоторые кости таза и конечностей су-

перзавра были полыми. Косвенным образом это указывает на амфибиотический образ жизни этого ящера, периодически погружавшегося в поисках сочных водных растений в мелководье больших мезозойских озер и рек. Иначе ноги не выдержали бы огромного веса древнего гиганта. «Ящер-сотрясатель земли» — **сейсмозавр**, достигавший примерно таких же или даже больших размеров, был обнаружен несколько ранее в американском штате Нью-Мексико недалеко от Альбукерке.

Одним из самых значительных событий в истории исследований динозавров было открытие в конце 1980-х годов остатков динозавров на Аляске. Аляскинские ящеры принадлежали в основном к группе **утконосых динозавров**, но были найдены и остатки хищников. Первоначально кости, обнаруженные в 1961 году, были приняты за кости мамонтов, и только в 1987 году палеонтолог Элизабет Броуэрс из города Денвер в США, работавшая в американской геологической службе, выяснила, что на самом деле это окаменелые остатки меловых динозавров. Несмотря на то что климат в мезозое на Аляске был значительно мягче, чем сейчас, все же здесь существовала полярная ночь, сопровождавшаяся наступлением многомесячной темноты и понижением температуры. Впадали ли аляскинские динозавры в зимнюю спячку или мигрировали в холодный сезон на юг — один из важных вопросов динозавроведения, ответа на который пока нет.



Полакант, панцирный динозавр из группы нодозаврид, имеющий вместе с тем и сходство со стегозаврами

Динозавры обитали в высоких широтах и Южного полушария — в Австралии и Антарктиде. Как зимовали эти динозавры во время полярной ночи, тоже пока непонятно.

В течение последнего десятилетия были сделаны новые находки и открытия. В 1991 году в Аргентине был обнаружен **эораптор** — древнейший из известных к настоящему времени динозавров. Он жил 228 миллионов лет назад. В 1994 году в Португалии в известняковом карьере в местечке **Оурэм** нашли целую коллекцию следов динозавров и других рептилий. Следы были оставлены на берегу мезозойского моря в мягком карбонатном осадке около 180 миллионов лет назад. В том же 1994 году тридцатидевятилетний палеонтолог-любитель **Лин Спирпойнт** обнаружил в меловых отложениях острова Уайт самый полный из известных скелетов **полаканта** — динозавра, сочетавшего в своем строении признаки стегозавров и анкило-

завров (панцирных динозавров). В Италии в конце 1990-х годов был найден самый полный из скелетов детенышей динозавров, который отпрепарировали и реконструировали в миланской палеонтологической лаборатории. Динозавры были найдены в 1986 году в Перу (территория этой страны, как считали ранее, в мезозое была покрыта морем). Кости древних ящеров нашли сначала в перуанском департаменте Пуно, затем в местечке Укаяли амазонского департамента Укаяли. Одна из находок — верхняя челюсть динозавра — оказалась выброшена на поверхность при взрыве динамита во время строительства автодороги. Многочисленные яйца динозавров были обнаружены во Франции у городов Экс-о-Прованс и Монпелье.

Удивительные исследования гнездового поведения динозавров провел **Джон Хорнер** из университета штата Монтана в США. Свою карьеру Хорнер начинал заштатным препаратором, однако настойчивость и высокий профессионализм помогли ему вначале отыскать скелетики детенышей динозавров, а затем и целые кладки яиц и даже гнездовья различных динозавров, прежде всего растительноядных гадрозавров, отнесенных Хорнером к новому роду **майязавра** («ящер-нянька»), а также **гипсилофодонтов**. Хорнеру удалось доказать, что по меньшей мере некоторые из динозавров жили большими колониями, гнездились поколение за поколением на одних и тех же местах и, самое главное, ухаживали за своим потомст-

вом. Столь сложная социальная организация динозавров была для палеонтологов настоящим сюрпризом. Однако Хорнер обнаружил и кое-какие странные закономерности во взаимном расположении яиц в одной кладке. Каждая кладка включала 12 или 24 яйца, которые лежали в гнезде по спирали с наклоном в сторону, в то время как центральное яйцо всегда стояло строго вертикально. Объяснения этой странной закономерности пока не найдено.

В 1987 году местонахождения с «гнездовьями» утконосых динозавров-гадрозавров были найдены палеонтологом-любителем **В. Слобода** в Канаде. Находка была сделана у поселка **Дог-Сайт** («Собачье место») недалеко от городка Летбридж в южной части провинции Альберта. Это местонахождение было выкуплено властями штата. Позднее здесь организовали палеонтологический заповедник.

В Китае, в Цзыгунском районе провинции Сычуань, на месте внушительного «кладбища» динозавров создан музей под открытым небом общей площадью около 25 тысяч квадратных метров. Идея создания музея принадлежала китайскому профессору — специалисту по динозаврам **Яну Чжунцаяню**. Сейчас и музей, и близлежащий городок процветают. Сюда тянутся, как в палеонтологическую мекку, многие специалисты-палеонтологи и просто туристы со всего мира.

В другой китайской провинции были обнаружены **яйца динозавров**. И не одно-два яйца,

02. 05. 2002

Ландшафт юрского периода. На берег лесного озера, поросший хвощами и древовидными папоротниками и саговниками, выбежал цератозавр — хищный динозавр из группы теропод. На носу и над глазами этого ящера располагались небольшие рога. В качестве потенциальной добычи цератозавр приметил довольно крупного молодого диплодока, ящера из группы зауропод, но тот, спасаясь от опасности, залез в озеро. Вся эта кутерьма вспугнула сидевшего на древовидном папоротнике археоптерикса, который решил отлететь подальше от опасного места.

Остатки цератозавра были найдены в 1884 году одним из самых знаменитых американских палеонтологов девятнадцатого века — Отниелом Чарлзом Маршем. Позднее остатки цератозавров были обнаружены кроме Северной Америки и в восточной части Африки. Длина самых крупных цератозавров достигала семи метров

а многие и многие кладки, каждая из которых включала по десятку и более яиц. Окаменелых яиц было так много, что крестьяне из местных деревушек, не догадываясь, что это такое, строили из них свои хижины. Вскоре для изучения уникального местонахождения динозавровых яиц отправилась экспедиция под руководством китайского палеонтолога **Хан Вэй Нуаня**. Однако этими находками заинтересовались не только ученые, но и контрабандисты, поскольку даже одно небольшое яйцо динозавра средней сохранности стоит тысячу долларов, а целая кладка яиц из десяти–пятнадцати экземпляров «потянет» уже на тысяч семьдесят–восемьдесят. Начиная с 1993 года в Китае при попытках незаконно вывезти из страны было конфисковано не менее трех тысяч окаменелых яиц, принадлежавших разным видам динозавров.

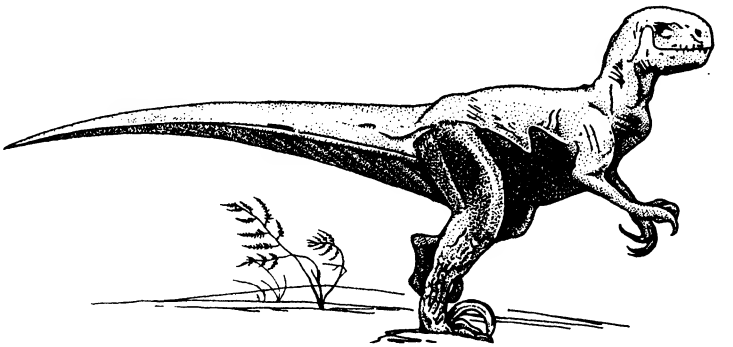
ДИНОЗАВРЫ СЕГОДНЯ

Динозавры давно уже стали не просто палеонтологической диковинкой, но и, если можно так сказать, активными участниками общественной жизни. В Германии, например, как и во многих других странах мира, организовач целый парк динозавров. В области Обер-Лаузиц в деревеньке Кляйнвелька располагается парк огромных скульптурных реконструкций динозавров, созданный местным любителем палеонтологии Францем Грюссом. По основной профессии Франц является художником-декоратором. Он работал на строительно-монтажном комбинате в близлежащем городке Баунцен, но затем увлекся палеонтологией... Среди реконструкций (вполне научных), созданных Грюссом, есть скульптуры хищных динозавров антродемуса и цератозавра, панцирного растительноядного сцелидозавра, триасовых рептилий танистрофеуса и нотозавра, сцепившихся в схватке, цератопса моноклониуса и огромного диплодока, живописно располагающегося на берегу небольшого, поросшего по берегам густой зеленью озерца. Здесь же можно увидеть реконструкцию диноцефала-эстемменозуха, впервые обнаруженного в России в Пермской области у города Очер. Германская академия наук по достоинству оценила плоды рук Франца Грюсса и наградила его медалью Лейбница — самой высокой наградой для ученого-любителя.

Ландшафт, существовавший на территории современной пустыни Гоби в позднемеловую эпоху. На переднем плане справа два гигантских хищных динозавра вида тарбозавр батаар. Внизу видны три мелких хищных динозавра из группы целурозавров. Тарбозавры достигали огромных размеров — до 12 метров в длину, они приходились прямыми родственниками североамериканским тираннозаврам

Еще один музей под открытым небом появился в Германии в пригороде Боотропа, одного их городов в Рурской области, известной своими богатейшими месторождениями каменного угля. Создал парк Ханс Розенберг, автор нескольких скульпутр динозавров и других доисторических животных, установленных вблизи деревушки Фельдхаузен.

Во Франции, на территории зоопарка в Сэн-Врэнэ, в предместье Парижа, была создана представительная выставка скульптур динозавров, реконструированных с удивительной реалистичностью.



Некрупный, но очень опасный хищный динозавр дейнонихус антрропус. Возможно, эти животные охотились стаями. На задних лапах дейнонихусов и их родственников — велоцирапторов — имелся гипертрофированный хищный коготь, при беге приподнятый над землей, но во время атаки выдвигавшийся и рвавший шкуру жертвы. Впервые остатки дейнонихуса были обнаружены американским палеонтологом Джоном Остромом в 1964 году в нижнемеловых отложениях, обнажавшихся по склонам холмов-бедлэндов в штате Мичиган (США). Самые крупные экземпляры дейнонихусов могли достигать четырехметровой длины

Большой динозавровый «каменный зоопарк» располагается и на Кубе в окрестностях города Сантьяго-де-Куба. Здесь выставлены многочисленные скульптурные реконструкции динозавров, сделанные в натуральную величину. Этот парк, носящий название Баконао, служит притягательным объектом для кубинских туристов и заезжих иностранцев.

В Токио была установлена восемнадцатиметровая скульптура брахиозавра, прозванная японцами «стальным ящером». Для создания столь грандиозного сооружения потребовался точный инженерный расчет. В Японии, в местечке Фудзиока, расположенном в префектуре

Гумма, любой желающий может даже позвонить динозавру. Сначала он услышит в трубке короткий рассказ об эре динозавров, а затем раздадутся звуки ветра, шорох тропического леса и, наконец, рев древнего ящера, воссозданный специалистами из компании «Ниппон Телеграф энд Телефон».

В Соединенных Штатах Америки, в Техасе близ городка Москва (и в Америке есть своя Москва), местный плотник Дональд Бин соорудил одиннадцать весьма реалистичных скульптурных изображений динозавров. Этот очередной Парк динозавров стал весьма популярным местом развлечения местных жителей и приезжающих в Техас туристов, а также любителей палеонтологии.

Появляются и действующие модели древних ящеров, и не только динозавров. Американец Пол Маккреди построил в 1986 году с помощью палеонтологов и специалистов по аэродинамике летающую модель птеродактиля.

Японская компания «Омрон» создает роботов службы безопасности в виде стегозавров. Роботы-стегозавры способны обходить владения хозяина, сканируя окрестности и передавая всю информацию на центральный пункт наблюдения.

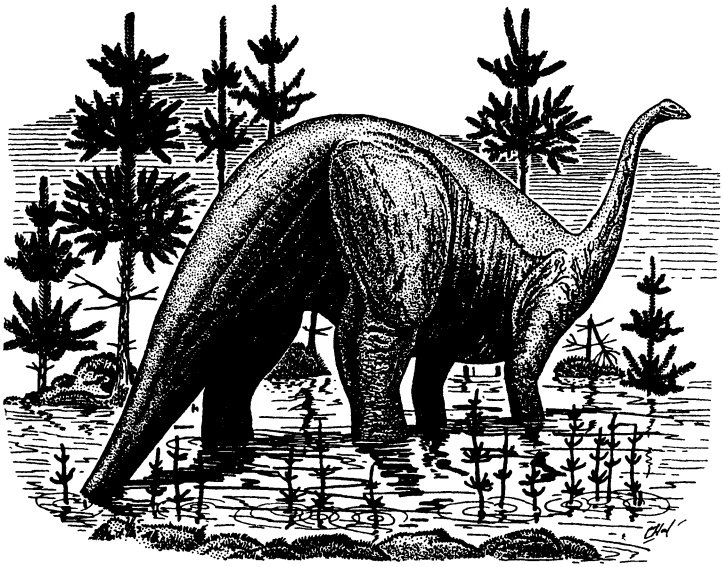
Динозавры интересуют не только специалистов. В Интернете уже устраиваются аукционы, на которых продаются отдельные кости и даже целые скелеты древних ящеров. Гигантский **тираннозавр рекс** по прозвищу Сью

(так он был назван в честь девушки, которая его нашла) был продан Чикагскому музею естественной истории Филда за 8 миллионов долларов. Другой скелет, немного поменьше, был выставлен на продажу за 5,8 миллиона долларов. Американец Майк Трайхолд, живущий в штате Северная Дакота, известный среди любителей охотник за динозаврами, обнаружил в соседнем штате прекрасно сохранившийся череп огромного рогатого динозавра — трицератопса. Позднее эта находка была выставлена на одном из нью-йоркских аукционов по продаже редкостей.

Сейчас динозавры — это еще и сюжет для открыток, футболок, самых разнообразных детских игрушек и даже почтовых марок. В моей коллекции, с трудом разместившейся в двух больших альбомах, есть наборы марок с динозаврами из России, США, Германии, Монголии, Анголы, Венгрии, Польши, Лесото, Австралии, Чехии, Марокко, Великобритании, Намибии, Мали, Мадагаскара, Йемена, Румынии, Кубы и многих других стран.

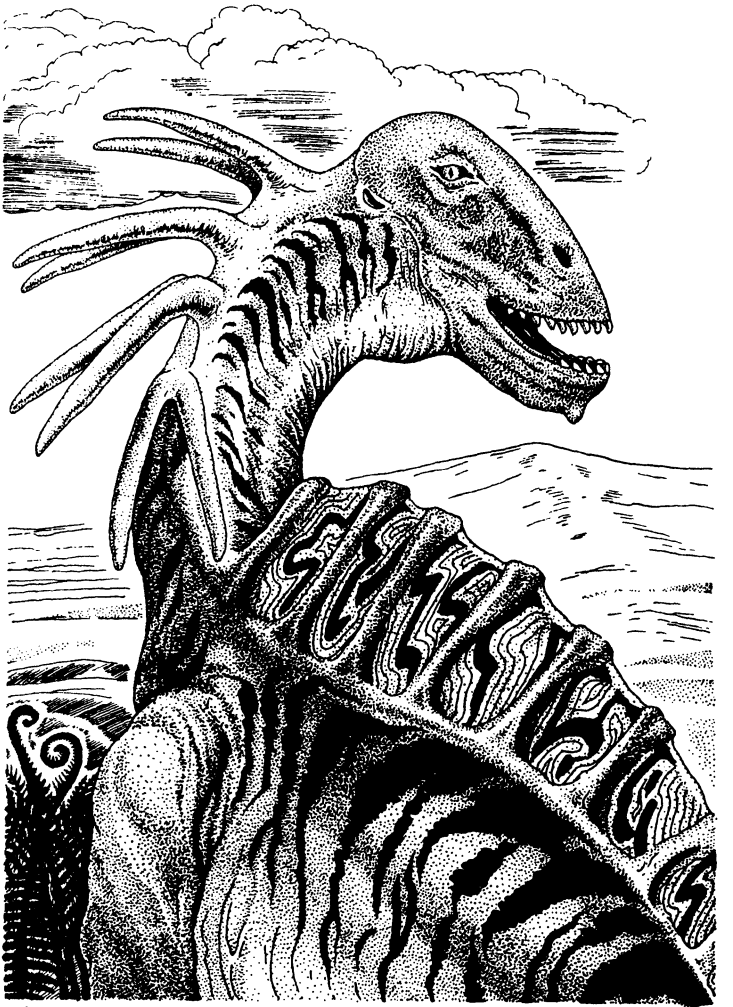
ОДИН МОЗГ ХОРОШО, А ДВА — ЛУЧШЕ

Пожалуй, один из самых широко известных среди неспециалистов динозавр — **диплодок**. Название его переводится с латыни как «двудум». Помимо головного мозга у диплодока имелся и второй «мозг» — мощный нерв-



Диплодок, выискивающий мягкие водные растения на берегу юрской лагуны

ный центр в крестце. Остатки первого скелета диплодока были обнаружены американским палеонтологом **Сэмом Виллистоном** в верхнеюрских отложениях штата Колорадо (США), недалеко от городка Каньон-Сити. Через несколько лет уже в другом штате — Вайоминге — был найден исключительно полный скелет диплодока, ставшего известным как диплодок Карнеги. Эндрю Карнеги — американский мультимиллионер, оказавший спонсорскую поддержку для проведения этих раскопок. После того как в 1902 году скелет диплодока был раскопан, а затем виртуозно отпрепарирован, с него было изготовлено десять слепков, подаренных самым знаменитым естественно-исто-



Амаргазавр — один из самых необычных представителей зауропод. У этого ящера по спине тянулся гребень, образованный шипами и выростами спинных позвонков, что для зауропод совсем нетипично. Остатки амаргазавров были найдены в Аргентине

рическим музеям мира. Один из этих слепков экспонируется в Палеонтологическом музее Российской академии наук в Москве.

У диплодока, как и у всех других представителей **зауропод**, было массивное тело и длинная шея с относительно небольшой головой. В длину диплодоки достигали 27 метров. Длинная шея позволяла диплодоку добираться до любой зелени, которую он замечал, — от мягких водорослей на дне озера до папоротникового подлеска и даже верхушек высоких деревьев. Как и другим растительноядным животным, ему требовалось съедать много пищи, поскольку растительные корма малокалорийны. К тому же их очень сложно переваривать, поскольку в растительных тканях много жестких механических волокон. Поэтому у диплодока и его родственников в процессе эволюции образовался большой кишечник. А с большим кишечником уже не побегаешь на двух ногах. Поэтому все зауроподы были четвероногими. Но если посмотреть внимательно, легко заметить, что задняя пара конечностей у диплодока развита сильнее, чем передняя. Это указывает на то, что предки зауропод были все-таки двуногими.

МОГИЛА ДРАКОНА

В меловом периоде среди двуногих растительноядных динозавров из группы орнитопод особенно широкое распространение получили

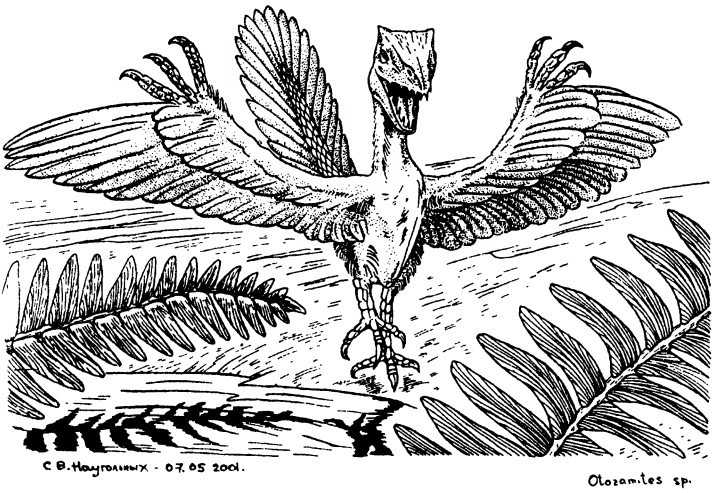
утконосые динозавры. Остатки гигантских скелетов утконосых из рода **зауролоф** были обнаружены в 1948 году палеонтологической экспедицией под руководством **И. А. Ефремова** в **пустыне Гоби**. Находка была сделана в **котловине Нэмэгэту**, в небольшом и узком ущелье, получившем впоследствии название «Могила Дракона». Вот как описывает это событие И. А. Ефремов в своей книге «Дорога ветров»: «...Пронин забрел в центр обширного поля размывов меловых пород и подобрался к широкой площадке — уступу из плит песчаника. Над площадкой поднимались крутые склоны серовато-желтых глин, как бы запиравшие ход дальше. Снизу площадку опоясывало узкое сухое русло, прорезанное в ослепительно ярких оранжевых песках. Напротив, над сухим руслом, по которому шел Пронин, возвышался утес песчаника. На уступе его оказалось логово барса, вернее, ирбиса, с костями янгеров, или горных козлов, съеденных хищной кошкой. Пронин почувствовал, что забрел далеко, и хотел возвращаться, но прежде решил осмотреть уступ песчаниковых плит. Изумлению шофера не было границ, когда он увидел множество костей, торчавших во все стороны из плит песчаника. Слева, на самом обрыве уступа, прилепился наполовину разрушенный нелепый череп с утиной мордой и костяным возвышением на темени. Хвосты, ребра, позвонки, кости исполинских лап торчали вез-

де, где только массивные плиты песчаника, лопнувшие и осевшие в подмытую снизу глину, показывали свое содержимое...»

Основными врагами зауролофов, достигавших двенадцатиметровой длины, были **тарбозавры**, кости которых встречаются в тех же отложениях.

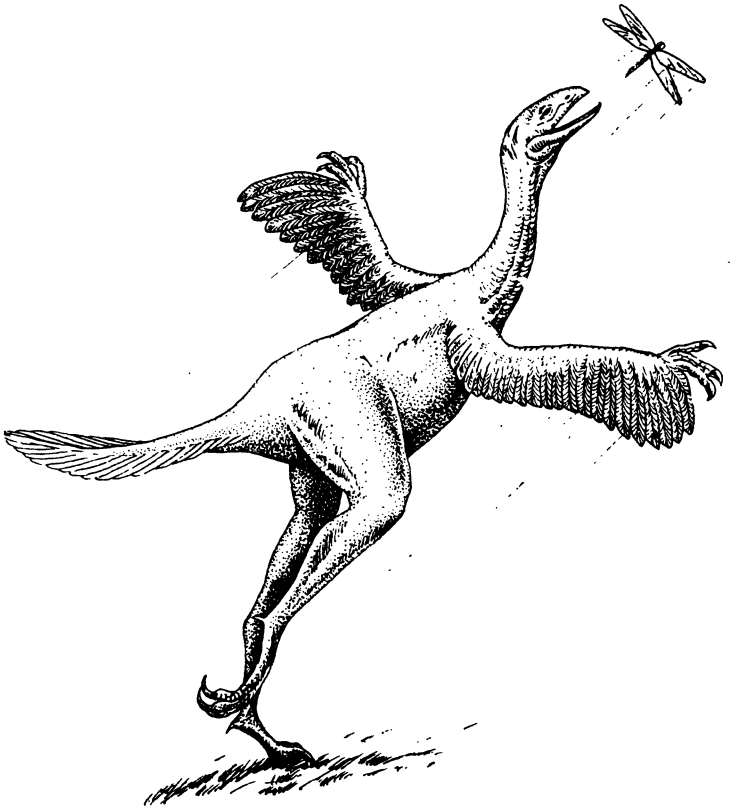
ДИНОПТИЦЫ

Археоптерикс литографский, переходное звено от рептилий к птицам, до сих пор волнует умы палеонтологов. К настоящему времени известно семь достоверных находок археоптериксов. Все они происходят из **верхнеюрских (титонских) отложений** Германии, обнажающихся в карьерах у городов Эйхштетт, Золенгофен и Гунголдинг, расположенных в долине **реки Альтмюль.** Первая находка была сделана в 1860 году. Это было отдельное перо, которое тут же объявили подделкой, не допуская мысли о существовании пернатых в столь древние времена. Отпечаток пера сейчас хранится в Палеонтологическом музее Мюнхена, а его противоотпечаток — в музее «Натюркунде» в Берлине. Вторая находка была сделана в 1861 году в том же карьере, расположенном вблизи **городка Золенгофен**. Это был уже почти целый экземпляр скелета первоптицы с отчётливыми отпечатками перьев, но без головы. Этот археоптерикс был приобретен Британским музеем естественной истории и сейчас хранится в Лон-



Археоптерикс литографика. Слева и справа показаны листья саговникового из рода отозамитес

доне. Следующий экземпляр археоптерикса, один из самых полных, был найден в 1876 году в карьере у города Эйхштетт. Он хранится в Берлине. Значительно позднее, в 1951 году, был найден еще один археоптерикс, опять в Эйхштетте, тоже практически полный, но вот правильно определить его и установить, что это скелет именно археоптерикса, удалось только в 1970 году. В этом же 1970 году в Голландии, в музее города Харлема, удалось обнаружить еще один экземпляр археоптерикса (правда, очень фрагментарный), первоначально принятый за часть скелета летающего ящера. Еще два скелета археоптериксов разной степени сохранности были обнаружены в 1956 году (в Золенгофене) и в 1987 году (в Эйхштетте).



Авимим

Археоптериксы были небольшими, около 50 сантиметров в длину, созданиями, способными летать и, скорее всего, охотившимися за насекомыми. В строении археоптерисков, помимо птичьих черт, есть и многие признаки рептилий, делающие первоптиц похожими на оперенных мелких хищных динозавров.

Авимим, еще один удивительный пернатый динозавр, был описан палеонтологом

Каудиптерикс

С. М. Курзановым в 1981 году из **меловых отложений** Монголии. Судя по некоторым особенностям скелета, у авимима был развит пе-

рьевой покров (по меньшей мере, на передних конечностях — уже не лапах, но еще не крыльях). Авимим не превышал в длину одного метра и принадлежал к группе хищных динозавров, способных к быстрому бегу. Обитал он, судя по всему, на открытых пространствах. А раз так, то мощный ветер и развитая в беге скорость могли помочь в длинном «затяжном» прыжке, уже напоминавшем полет...

Еще одно пернатое существо из мезозойской эры — **каудиптерикс**, найденный в Китае. На нашем рисунке каудиптерикс показан вскарабкавшимся на **гинкго**, однако скорее всего этот ящер (если это ящер) был бегуном, а не древолазом. В Китае было найдено и много других в разной степени птицеподобных рептилий — от **синозавроптерикса** с только-только намечающимся перьевым покровом до **эоалулависа**, практически уже настоящей птицы.

ПЕРВЫЙ ЦВЕТОК

Леса начала и середины **мезозоя** сильно отличались от современных отсутствием **покрытосеменных** растений. Когда же и где появились покрытосеменные, или цветковые?

Над разгадкой этой «неприятной тайны» (по меткому выражению **Ч. Дарвина**) палеонтологи бьются уже много лет.

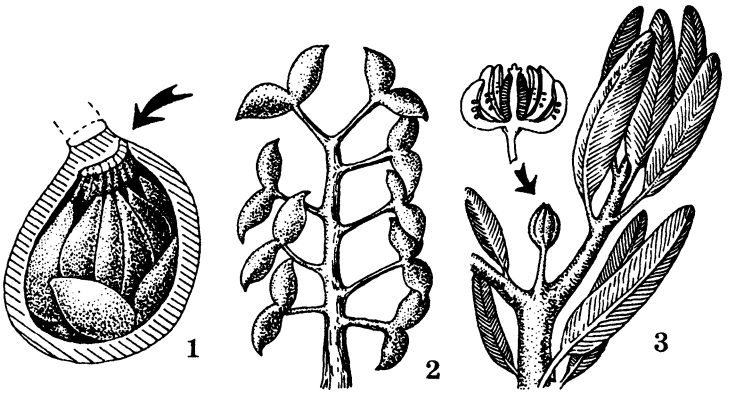
Наиболее древние достоверные остатки покрытосеменных растений встречаются в отло-

жениях, накопившихся в течение первой половины мелового периода. Листья первых покрытосеменных очень немногочисленны. Они напоминают листья однодольных. Однако со второй половины мелового периода разнообразие покрытосеменных резко возрастает. Появляются представители **магнолиевых**, **гамамелиевых**, **розоцветных** и некоторые другие формы, с трудом поддающиеся сравнению с современными покрытосеменными. В конце мела покрытосеменных уже довольно много, и в некоторых типах ландшафтов они даже начинают доминировать. Самые последние динозавры жили на фоне развития растительности, уже довольно существенно напоминавшей современную.

Откуда же взялись первые покрытосеменные?

Найти непосредственных предков покрытосеменных долгое время не удавалось. Палеонтологи объясняли это по-разному. Одни говорили, что предки покрытосеменных были горными растениями, поэтому их остатки не сохранялись. Другие считали, что появление покрытосеменных было связано со скачкообразным, внезапным превращением одной из групп наиболее высоко организованных **голосеменных**, таких как **гнетовые** или **беннеттиты**, в покрытосеменные за счет значительных (и довольно фантастичных) изменений генеративных органов.

Известный российский палеоботаник **В. А. Красилов** подошел к решению проблемы с другой стороны. Он подумал: а что если



Мезозойские проангиоспермы, или «предпокрытосеменные», (кейтония (1), дипалостахис (2)) и беннеттит (3). Стрелкой показано направление проникновения пыльцы для оплодотворения семязачатков. (По В. А. Красилову, 1989)

предков покрытосеменных поискать среди уже известных ученым ископаемых растений мезозоя? Этот подход вскоре принес неожиданные и очень обнадеживающие результаты.

Оказалось, что у некоторых юрских и раннемеловых голосеменных присутствовали некоторые важные признаки, характерные для покрытосеменных. Так, например, у рода **дипалостахис** семена были заключены в подобие завязи, а это уже один из отличительных признаков настоящих покрытосеменных. Семена у другого мезозойского растения — **кейтонии** — тоже находились внутри завязеобразного органа, листья же имели сетчатое жилкование, очень напоминающее жилкование покрытосеменных. Нашлись и другие растения с теми или иными особенностями покры-

тосеменных. Все эти растения В. А. Красилов назвал **проангиоспермами**, то есть предшественниками покрытосеменных, предпокрытосеменными.

Сложность заключалась в том, что у каждого из представителей проангиоспермов был, как правило, один признак, реже — два признака покрытосеменных. Каким образом они могли объединиться у одной небольшой таксономической группы, непосредственно давшей начало покрытосеменным, остается неясным.

Красилов пришел к выводу, что, возможно, такой единой группы никогда не было. Признаки могли переноситься от растения одного вида к растениям другого вида за счет **трансдукции** — переноса генов вирусами. При этом некоторые признаки, считающиеся специфическими для покрытосменных, могли, видимо, возникнуть независимо в разных группах голосеменных. Так, например, органы, очень напоминающие цветки (второе название покрытосеменных — цветковые), появляются еще в начале мезозоя у **беннеттитов**.

С АКВАЛАНГОМ НА ДНО МЕЛОВОГО МОРЯ

Любой интересующийся геологией или просто наблюдательный человек, бывавший под Белгородом, в Крыму, Воронежской области, под Кисловодском и во многих других ме-

В позднемеловую эпоху, когда среди летающих позвоночных мелкий размерный класс состоял уже практически полностью из птиц, последние из летающих ящеров-птерозавров достигли огромных размеров. Среди них известны никтозавры с размахом крыльев в 3 метра, птеранодоны с размахом крыльев до 6–7 метров, столь же гигантские летающие ящеры аджархо, остатки которых были найдены палеонтологом Л. А. Несовым в меловых отложениях Средней Азии, а также колоссальные кетцалькоатли с размахом крыльев в 15 метров (!). На рисунке показано соотношение размеров гигантского птерозавра и человека (правда, для этого пришлось придать птерозавру неестественную позу)

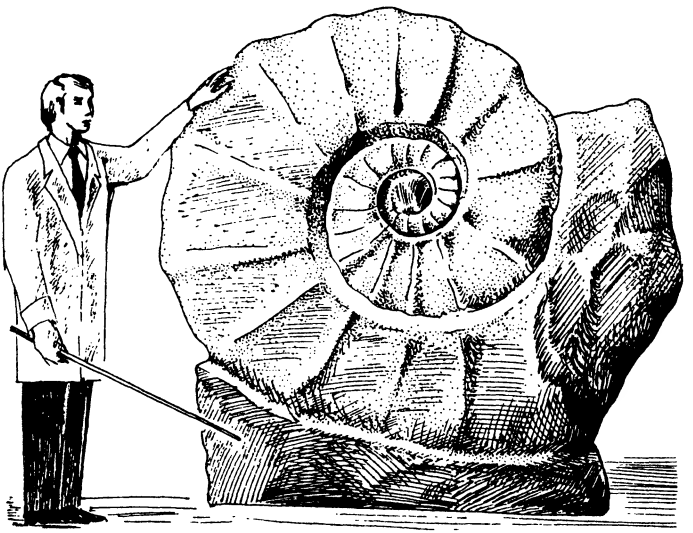
стах, где обнажаются **отложения мелового возраста**, наверняка обратил внимание на многометровые толщи **писчего мела**, в котором при старании можно найти **ростр белемнита** или раковину **двустворчатого моллюска**. В каких же условиях образовались эти меловые толщи? Давайте попробуем представить себе, что мы спускаемся с аквалангом на дно мелового моря.

Пока мы на поверхности, перед нами расстилаются бирюзовые просторы — подернутая легкой рябью гладь теплого моря. Климат в мезозойскую эру был мягким практически по всей Земле. Поэтому мезозой иногда еще называют термоэрой. Над поверхностью моря видны

длинные грациозные шеи морских ящеров — **эласмозавров**, относящихся к группе **плезиозавров**. Высоко в небе видны крылатые силуэты летающих ящеров — **птерозавров**, относящихся к родам **никтозаурус и птеранодон**. Это настоящие гиганты с размахом крыльев в десяток метров. Птерозавры кидаются в воду за проплывающей близко от поверхности рыбой или за головоногими моллюсками. Но и самим летающим ящерам надо быть настороже: их может схватить какая-нибудь хищная морская рептилия, которых в мелу было предостаточно.

Погрузившись на несколько метров, мы как бы зависаем в толще прозрачной морской воды. Мимо проплывают, поблескивая в зеленоватых лучах солнца, пробивающегося сквозь морскую поверхность, стаи белемнитов — головоногих моллюсков, внешне напоминающих кальмаров. Внезапно в облаке взметнувшихся пузырей появляется клюв нырнувшего птерозавра. Белемниты испуганно бросаются врассыпную, оставив на месте нападения темное чернильное облако.

Мы опускаемся глубже. Поверхность моря уже не видна, вокруг нас распространяется зеленовато-синий сумрак. Внезапно вырисовывается огромная круглая тень не меньше трех метров в поперечнике. Тень подплывает ближе, и вот уже видна гигантская спиральная раковина, из которой торчат длинные шевелящиеся щупальца и поблескивают два больших немигающих глаза. Это **аммонит пахидискус**,



Гигантский позднемеловой аммонит пахидискус из отложений маастрихтского яруса, найденный в Германии

один из самых внушительных представителей головоногих моллюсков. Пахидискус занят ловлей рыбы и аммонитиков поменьше. В меловом море у него немного врагов, но сейчас и он выглядит обеспокоенным. Причина в том, что где-то неподалеку охотится **мозазавр** — огромный морской ящер длиной более двенадцати метров, наводящий ужас на жителей моря. Мозазавр — отдаленный родственник современных варанов. В меловом периоде мозазавры сильно потеснили ихтиозавров и плезиозавров, царствовавших в юрских морях.

Однако кроме гигантов в меловом море много и мелких существ. Повсюду снуют мельчайшие существа в раковинах-скорлупках величи-

ной меньше миллиметра. Среди них есть и подвижные **водоросли-кокколитофориды**, и корненожки-**фораминиферы**. Раковины этих одноклеточных существ, опускаясь после смерти владельцев на дно, и дали огромные толщи мела. Опустившись на дно мелового моря, в холодный и темный полумрак, мы видим ровную мягкую поверхность — известковый ил, накопившийся из мельчайших раковинок кокколитофорид. На первый взгляд, дно безжизненно. Однако и здесь идет жизнь. Внутри ила строят норки и роют подземные ходы разные придонные обитатели, в основном — **десятиногие раки и двустворчатые моллюски**. Здесь неуютно. Да и нам пора возвращаться.

ПОЧЕМУ ОНИ ИСЧЕЗЛИ?

Когда биологи или геологи начинают рассуждать о развитии жизни в мезозойскую эру, так или иначе разговор неизбежно касается событий, развернувшихся на Земле в конце **мелового периода**. Тогда произошло **массовое вымирание** многих наземных и морских организмов, природу которого до сих пор нельзя признать выясненной.

Если ограничить предмет нашего разговора только крупными мезозойскими рептилиями (а вместе с ними исчезли и многие другие организмы, например аммониты, белемниты, рудисты, иноцерамы и другие), то в качестве главных причин их вымирания обычно назы-

вают следующие: 1) глобальное похолодание климата; 2) взрыв сверхновой звезды, резко повысивший уровень радиации; 3) столкновение Земли с кометой или астероидом; 4) масштабная трансгрессия океанов, которая привела к обеднению почвы солями кальция, что вызвало их недостаток в костях древних рептилий; 5) отравление динозавров алкалоидами, содержащимися в покрытосеменных растениях; 6) млекопитающие, в мезозое еще мелкие и неспособные конкурировать с крупными наземными рептилиями, поедали яйца из беззащитных кладок динозавров, чем подрывали их репродуктивные возможности; 7) повышенная тектоническая активность и, как следствие, мощный вулканизм с катастрофическими для наземной биоты последствиями.

Очень высока вероятность того, что некоторые из перечисленных явлений действительно происходили на Земле в конце мелового периода. Разумеется, они могли самым прямым образом повлиять на обновление органического мира, связанного с вымиранием типично мезозойских животных. Однако, думается, главная причина не в этом.

Все организмы, исчезнувшие в конце мелового периода (в том числе и динозавры), были высоко специализированными и могли существовать в строго определенных экологических нишах. Когда условия существенно и, что самое главное, резко изменились, все эти «узкие специалисты» не смогли найти себе ме-

ста в новом мире. Освободившиеся экологические ниши начали занимать млекопитающие, находившиеся в течение многих миллионов лет «на задворках» эволюции, в тени потрясающего расцвета гигантских ящеров.

НАХОДКИ И ГИПОТЕЗЫ

Продолжая разговор о событиях на границе мелового и палеогенового периодов, соответствующей рубежу между эрами — **мезозоем и кайнозоем**, следует еще раз подчеркнуть, что речь идет об очень существенной и значительной перестройке биоты. Не зря у этой границы такой высокий ранг, сопоставимый разве что с рангом границы между вендом и кембрием или пермью и триасом.

Так какие все-таки причины могли привести к столь масштабным изменениям в биосфере Земли?

Сейчас практически все палеонтологи, так или иначе связанные с изучением событий на границе мела и палеогена, разделились на два лагеря.

В первом из них находятся ученые, которых я бы назвал «традиционалистами». Палеонтологи из этого лагеря не признают резкого катастрофического изменения фауны Земли на этом рубеже и говорят о постепенном, длительном, эволюционном переходе меловой биоты к палеогеновой. Вымирание мезозойских организмов, таких как аммониты,

Рогатый динозавр из группы цератопсов, принадлежавший роду монoклониус. Мононклониусы обитали в меловом периоде на территории Северной Америки в ландшафтах с растительностью, напоминавшей современный чаппараль. Остатки монoклониуса впервые были обнаружены в Канаде экспедицией под руководством палеонтолога Барнума Брауна из Американского музея естественной истории. Находка была сделана в долине реки Красных Оленей, в провинции Альберта, широко известной своими местонахождениями динозавров. Достигали монoклониусы пятиметровой длины при длине черепа (вместе с костным воротником) больше метра

белемниты, иноцерамы, рудисты, птерозавры, динозавры, различные группы морских рептилий, эти палеонтологи объясняют сугубо земными причинами: необратимым характером эволюции с вымиранием архаичных типов, вулканизмом, изменениями климата, конкуренцией с более высоко организованными животными.

Ко второму лагерю следует отнести палеонтологов, а также примкнувших к ним физи-

ков, геохимиков и астрономов, которые считают, что в конце мелового периода на Земле произошла внезапная катастрофа, имевшая глобальный характер и обусловленная космическими причинами.

Давайте попробуем разобраться, какие именно аргументы «за» и «против» приводят приверженцы различных взглядов на природу мел-палеогенового вымирания.

Одна из центральных фигур в этом большом научном споре — американский физик, лауреат Нобелевской премии (то есть весьма достойный человек) **Луи Альварес**, профессор Калифорнийского университета. Сын Луи Альвареса — Вальтер, — геолог по профессии, както подарил отцу интересный геологический образец, привезенный из Италии. Образец был взят как раз из пограничных мел-палеогеновых отложений. В нижней части образца были видны раковины мезозойских моллюсков, затем располагалась пустая зона, лишенная окаменелостей, какого-то необычного состава. Выше лежал слой палеогенового известняка. Альварес решил провести детальное геохимическое исследование этого кусочка горной породы. И вот сюрприз! Тонкий прослой между мелом и палеогеном оказался чрезвычайно обогащен иридием — металлом, чрезвычайно редким на Земле, но в значительном количестве встречающимся в метеоритах.

Исследованию были подвергнуты многие другие образцы из соответствующих отложе-

ний Северной Америки, Европы, а затем и Азии. Выяснилась удивительная вещь: практически везде, где последовательность отложений от мела к палеогену была полной (т.е. накопление осадков не прерывалось), ученые обнаружили **иридиевую аномалию**, в которой концентрация иридия была выше нормальной в десятки, а то и более чем в сотню раз.

Случилось это открытие в самом начале 80-х годов двадцатого века. Люди среднего и старшего поколения хорошо помнят политическую обстановку того времени. Отношения между СССР и США были очень напряженными. Мир стоял на грани ядерного конфликта. В эти годы ученые всех стран, прежде всего физики, пришли к выводу о том, что в ядерной войне победителей не будет. Расчеты показали, что даже при ограниченном использовании имеющихся ядерных потенциалов после первых же ударов в атмосферу поднимется такое количество пыли и пепла, что солнце перестанет пробивать эту завесу своими лучами. На долгие годы небо закроют пылевые тучи, температура воздуха очень значительно понизится, наступит «ядерная зима».

Иридиевый прослой в верхнемеловых отложениях говорил о том, что, возможно, 65 миллионов лет назад что-то похожее уже произошло. Какое-то огромное небесное тело врезалось в нашу планету, подняв тучи пепла и пыли. Иридий, входивший в состав этого небесного тела, также распылился в атмо-

сфере и затем осел на поверхность земли, образовав иридиевый слой.

Луи Альварес предположил, что в конце мелового периода с Землей столкнулся астероид или, возможно, ядро кометы. Гипотеза позднемеловой «астероидной зимы» нашла много приверженцев и была широко использована в шоу-бизнесе и кинематографе (вспомним хотя бы фильм «Армагеддон» Майкла Бэя или полнометражный мультфильм «Динозавр» кинокомпании Уолта Диснея). Такая же точка зрения отражена в нашумевшем британском сериале «Прогулки с динозаврами».

Были найдены **кратеры**, оставшиеся от предполагаемого падения астероида. Один из них — **Чиксулуб** — обнаружен на дне Мексиканского залива рядом с полуостровом Юкатан. Диаметр кратера равняется 200 милям. Такой кратер мог бы остаться после одновременного взрыва 10 000 водородных бомб. Другой кратер был обнаружен на дне Индийского океана вблизи восточного побережья Африки, приблизительно в 100 километрах к северу от Мадагаскара. Третий кратер диаметром 35 километров находится в штате Айова (США). Геолог Ю. Шумейкер из Геологической службы США предположил, что имело место двойное или тройное столкновение, поскольку при входе в земную атмосферу астероид распался на несколько частей. Другой геолог — Дж. Морган из Имперского колледжа (Лондон) — подсчитал, что после падения астероида должна

была установиться тьма не менее чем на три месяца. Его коллега М. Уорнер утверждает, что столкновение должно было вызвать сильнейшие землетрясения в 12 баллов по шкале Рихтера.

Однако вскоре к астероидной гипотезе, ставшей столь популярной, появились вопросы.

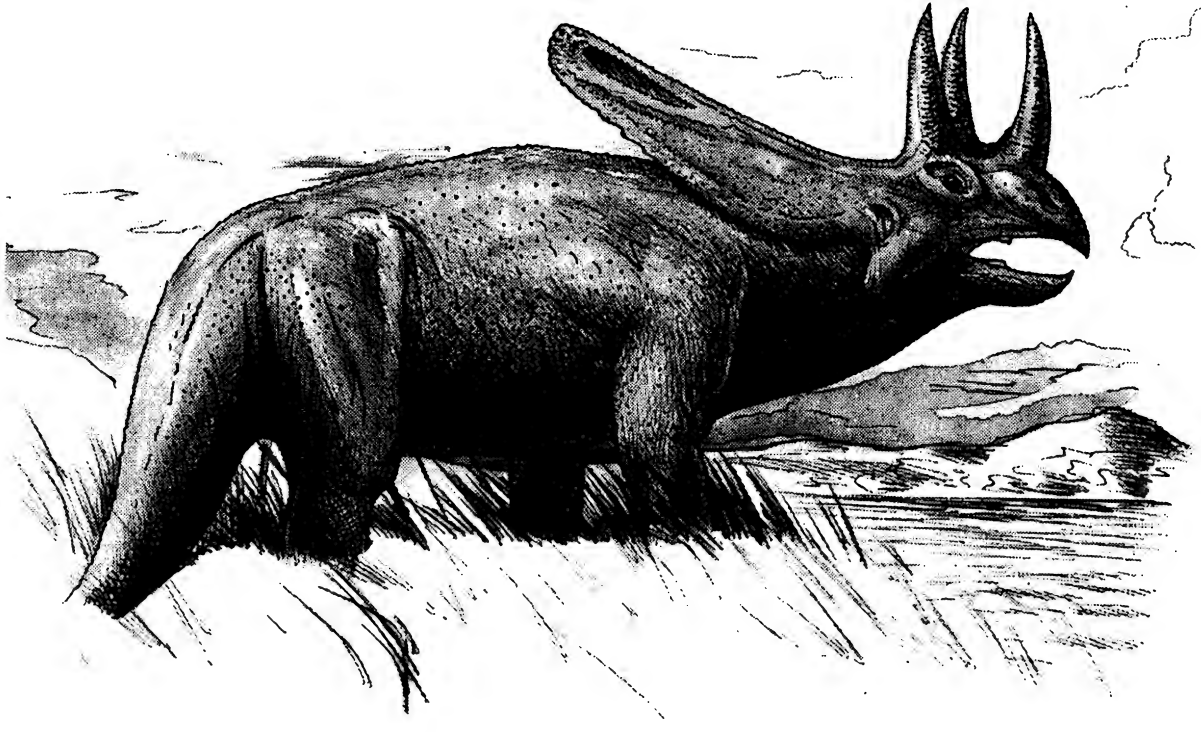
Первый — и один из самых каверзных из них — был связан с тем, что после исследований Альвареса геологи многих стран стали изучать самые различные по возрасту отложения на предмет поисков иридиевых аномалий. И нашли их довольно много! Эти аномалии были приурочены, как выяснилось, не к одному, а к нескольким важным рубежам в истории Земли. Что же, получается, что Земля то и дело сталкивается с кометами или астероидами?

Альварес, сначала очень энергично защищавший свою гипотезу и даже предложивший крупную денежную премию за кость динозавра, найденную выше мелового иридиевого прослоя, теперь занял более гибкую позицию. Он начал утверждать, что в течение последних 250 миллионов лет астероиды или крупные метеориты, а то и ядра комет, сталкивались с Землей неоднократно и даже с некоторой периодичностью.

Коллега Альвареса, **Ричард Мюллер**, другой физик из Калифорнийского университета, предложил новую гипотезу — гипотезу о «Звезде Возмездия». Речь в ней шла о том, что, возможно, у Солнца есть звезда-сестра, образу-

ющая с ним систему двух звезд, причем эта вторая звезда, которую назвали Немезидой (Возмездие), имеет значительно меньшую массу (сотые доли от массы Солнца) и вращается по очень вытянутой эллиптической орбите. Однако смерть приносит даже не сама звезда, а ее притяжение, вырывающее из скопления комет («облака Оорта»), находящегося на самых внешних рубежах Солнечной системы, отдельные кометы, направляющиеся в сторону Солнца. Некоторые из таких комет могли столкнуться с Землей.

Но противники нашлись и у этой гипотезы. Обогащение отложений редкими элементами, такими как иридий или уран, например, говорят они, могло происходить и благодаря сугубо земным причинам. Основным источником таких элементов мог быть интенсивный вулканизм. Он же мог сыграть и решающую роль в биотической перестройке на границе мела и палеогена. В качестве доказательства влияния вулканических извержений на климат Земли (а значит, и биосферу) сейчас нередко приводят вулкан **Пинатубо**. Извержение Пинатубо в 1991 году было, пожалуй, самым мощным вулканическим явлением за весь двадцатый век. По всей Земле люди могли наблюдать красные закаты: пыль от выбросов Пинатубо долго висела в атмосфере и отражала солнечные лучи. Похолодание в среднем составило 0,4 градуса. И это извержение единственного вулкана! А если представить себе



Торозавр, рогатый динозавр из группы цератопсов, обитавший в позднемеловую эпоху в Северной Америке

масштабные горообразовательные процессы геологического прошлого...

У противников импактной (то есть «ударной») гипотезы есть и другие возражения. Многие роды и семейства динозавров вымерли задолго до границы мела и палеогена. Непосредственно до **маастрихта** — последнего века позднемеловой эпохи — дожили только очень немногие представители гигантских ящеров, буквально единичные виды. Не очень-то вяжется это с одномоментным событием. Более того, нет доказательств одновременного образования иридиевых прослоев в верхнемеловых отложениях.

Однако сторонники гипотезы периодических столкновений Земли с астероидом и влияния таких столкновений на резкие перестройки в биосфере Земли не успокаиваются. Сравнительно недавно, около десяти лет назад, Майкл Рампино, геолог из Нью-Йоркского университета, и Верн Обербек, вулканолог из научного центра НАСА (Сан-Франциско), выступая на ежегодной конференции Американского геофизического Союза в Сан-Франциско, высказали гипотезу о том, что и на границе пермского и триасового периодов или, может быть, несколько раньше, на Землю упал огромный астероид, попавший в южную оконечность южного суперматерика Гондваны. Гондвана, понятное дело, от такого удара раскололась.

Диаметр астероида оценивается этими учеными в 10–16 километров, а получившийся от удара кратер должен был иметь диаметр в несколько сотен километров. В качестве доказательств столкновения Земли с небесным телом в пермском периоде Рампино и Обербек приводят породы, которые другими геологами трактуются как тиллиты, то есть ледниковые отложения. С гипотезой этих ученых, надо сказать, согласились очень немногие, а подавляющее большинство геологов и палеонтологов называют ее безосновательной и «провокационной».

Встречаются и совсем экзотические образчики импактных гипотез. Так, например, была высказана идея о том, что после столкновения Земли с астероидом или гигантским метеоритом вокруг Земли из продуктов столкновения образовалось кольцо, аналогичное кольцу Сатурна, и тень, отбрасываемая этим кольцом, вызвала похолодание климата.

Среди противников «космических» причин крупных изменений органического мира нашей планеты есть и такие, которые объясняют мел-палеогеновый переворот исключительно биологическими причинами. **Рептилии** уступили место более высоко организованным животным — **млекопитающим** и **птицам**, которые могли быть достойными конкурентами и врагами если и не самим гигантским ящерам, то их детенышам, слабым и беззащитным после вылупления из яйца. Однако как это связать с

Мезозойские млекопитающие были небольшими, но ловкими и хитрыми животными, приспособленными в основном к ночному образу жизни. На рисунке показан гобикодон, млекопитающее из группы триконодонтов, найденный в меловых отложениях пустыни Гоби

исчезновением морских рептилий (морские млекопитающие появились значительно позже мел–палеогеновой границы) или мезозойских групп **моллюсков**, остается непонятным.

На проблему позднемелового вымирания можно посмотреть еще с одной точки зрения. Крупные рептилии мезозоя, как и представители других групп, вымерших в конце мелового периода, были компонентами экосистем, а любая экосистема обладает значительным запасом прочности, предохраняющим ее от негативных внешних воздействий.

Мог ли удар метеорита или астероида расшатать и наземные, и морские экосистемы, да еще и так, чтобы организмы, стоявшие на вершине пищевых пирамид, пострадали столь внушительным образом? Все-таки, как мне кажется, позднемеловые экосистемы уже были ослаблены изнутри, возможно, вследствие сверхспециализации отдельных своих компонентов, тех же динозавров, наконец. И любая мало-мальски значительная причина, будь то

похолодание, масштабные горообразовательные процессы или столкновение с астероидом, могла привести к распаду этих экосистем с одновременным вымиранием некоторых (а то и многих) видов, в них входивших.

ЗНАЕТЕ ЛИ ВЫ ЧТО?

В триасовом периоде появляются первые млекопитающие, например мегазостродон, принадлежавший к группе триконодонтов. В длину мегазостродон достигал всего 12 см.

Древнейшие остатки птерозавров, относящиеся к роду эудиморфодон, были найдены в верхнетриасовых отложениях на севере Италии.

В верхнетриасовых отложениях на южном Урале встречаются растительные остатки такой удивительно хорошей сохранности, что их удается практически полностью снимать с породы и изучать во всех подробностях.

Многие древние рептилии заглатывали камни, которые оставались в желудке ящеров и помогали им перетирать жесткую растительную пищу. Такие камни называются гастролитами. Бывает так, что они встречаются вместе с ископаемыми остатками рептилий, образуя скопления в области желудка.

Самые первые остатки динозавров были описаны в 1824 году; сам динозавр был отнесен к роду мегалозавр. Год спустя, в 1825 году,

был описан игуанодон. Первые динозавры с Американского континента были описаны в 1858 году (гадрозавр) и 1877 году (стегозавр).

Известны находки окаменелых мумифицированных остатков динозавров, например анатозавра, обнаруженного в верхнемеловых отложениях Северной Америки, с прекрасно сохранившимся отпечатком кожных покровов. Сходные остатки кожи, принадлежавшей утконосому динозавру зауролофу, были найдены в верхнемеловых отложениях Монголии палеонтологической экспедицией под руководством И. А. Ефремова, известного ученого и писателя.

Один из самых крупных морских ящеров мезозоя — кронозавр — имел трехметровые челюсти.

В юрском периоде во многих районах Земного шара произрастали араукарии. Представители рода араукария живут и о сих пор в Южной Америке, Австралии и Океании. Они очень похожи на своих юрских родственников — это настоящие «живые ископаемые».

Препарирование одного небольшого (например, двухметрового) скелета древнего ящера у профессионального палеонтолога может занять несколько месяцев напряженного труда.

При реконструкции первоначального положения конечностей и характера передвижения игуанодона великий бельгийский палеонтолог Луи Долло в качестве актуалистических моделей использовал скелеты страуса эму и кенгуру валлаби.

Не исключено, что некоторые из динозавров могли неплохо лазать по деревьям. Петербургский палеонтолог Л. А. Несов даже предложил реконструкцию динозавра из группы сегнозавров, залезшего на дерево в поисках осиных гнезд, которыми он питался.

Во время раскопок гигантского брахиозавра, найденного немецкими палеонтологами в 1907 году в Танзании (Африка) использовались только молотки и лопаты. На раскопках было задействовано несколько сотен рабочих, вырубавших окаменелые кости из породы и доставлявшие их в ближайший порт.

Долгое время считалось, что панцири, состоящие из костных щитков, плотно покрывавших тело, были характерны в основном для панцирных динозавров — анкилозавров. Однако в конце 1970-х годов в Аргентине были найдены остатки представителя зауропод с хорошо развитыми костными бляшками, прикрывавшими спину ящера. Необычного ящероногого динозавра отнесли к новому роду сальтазавр.

Наземная растительность начала и середины мезозойской эры (триасовый и юрский периоды) состояла исключительно из споровых и голосеменных растений, но в меловом периоде, особенно во второй его половине, на Земле распространились покрытосеменные, или цветковые, растения.

Древнейшее цветковое, относящееся к роду археофруктус, было обнаружено в верхне-

юрских (по другим данным, нижнемеловых) отложениях в северо-восточном Китае.

У некоторых представителей утконосых динозавров зубы в челюстях образовывали «зубные батареи», состоявшие из тысячи отдельных зубов. Эти «батареи» помогали ящерам перетирать жесткую растительную пищу.

Самые большие глаза из всех динозавров были у дромицейомима, внешне отдаленно напоминавшего страуса. Возможно, этот ящер вел ночной образ жизни.

Американский палеонтолог Джон Хорнер вместе со своими коллегами обнаружил в штате Монтана несколько кладок яиц динозавров, располагавшихся на одной поверхности, когда-то представлявшей собой низменный берег озера. Местонахождение было названо «Яичной горой».

У многих летающих ящеров — птерозавров — тело и крылья были покрыты шерстью, что заставляет некоторых палеонтологов рассматривать птерозавров в качестве самостоятельного класса позвоночных, наряду с земноводными, пресмыкающимися, птицами и млекопитающими.

Череп позднеюрского птерозавра рода джунгариптерус, обитавшего в Центральной Азии, достигал длины 41 см. Передняя часть клюва была беззубой, в средней части располагались острые зубы, а сам череп был украшен длинным пологим гребнем. Очень

Птерозавр из рода анурогнатус; юрский период, Германия.

сходные с джунгариптерусом птерозавры были описаны из Монголии и отнесены к роду фобетор.

Некоторые виды растительноядных динозавров явно вели «социальный» образ жизни и образовывали огромные стада, способные к дальним миграциям.

Первого тираннозавра нашли в 1902 году в США, в штате Монтана. Описал этого ящера знаменитый американский палеонтолог Генри Ферфилд Осборн.

Тираннозавр достигал длины 14 метров при высоте около 6 метров.

Один из самых ценных источников информации о диете ископаемых животных — их копролиты или, попросту говоря, окаменелые экскременты. Анализ содержимого копролитов дает представление о том, чем и как животное питалось.

В верхнемеловых отложениях Северной Америки, знаменитых находками гигантских морских ящеров мозазавров и эласмозавров, встречаются прослои, переполненные чашками морских лилий вида уинтакринус общественный. Эти морские лилиии были бесстебельчатыми; они образовывали огромные колонии по нескольку сотен особей в каждой, медленно дрейфовавшие в водах мелового океана. Остатки уинтакринусов известны и в Средней Азии, например в Туркмении, в меловых отложениях Копетдага.

В тех же верхнемеловых отложениях Северной Америки встречаются панцири гигантских морских черепах рода архелон, достигавшие почти четырехметровой длины.

Копии скелетов диплодоков, выставленные во многих музеях мира (в том числе и в Палеонтологическом музее в Москве) сняты с оригинала, экспонирующегося в естественно-историческом музее города Питсбурга (США). Этот скелет собран из двух экземпляров диплодоков, найденных в штате Вайоминг близ местечка Шип-Крик. Раскопки, препарация и монтировка скелета финансировались Эндрю Карнеги, известным амери-

канским миллионером шотландского происхождения.

Пресноводные крокодилы мелового периода могли достигать длины 15,2 метра, т.е. они были крупнее тираннозавра...

Рой Чепмен Эндрюс, один из главных организаторов и активный участник американской палеонтологической экспедиции 1922 года в Монголию, на первое место в своих задачах ставил пункт «Хорошо провести время». Экспедицией были найдены (впервые в истории палеонтологии!) яйца динозавров и многие другие интересные окаменелости.

НОВЫЙ МИР

ТЕПЛЫЕ И ПУШИСТЫЕ

Начало **кайнозоя** — эры Новой Жизни — ознаменовалось вспышкой разнообразия **млекопитающих**, начавших бурно развиваться после вымирания гигантских ящеров мезозойской эры. Физиологические преимущества млекопитающих сделали их эволюцию очень динамичной.

Из основных отличительных признаков млекопитающих в первую очередь обычно вспоминают теплокровность, затем — способность вскармливать детенышей молоком. У подавляющего большинства млекопитающих развит волосяной покров, многофункциональное и весьма полезное приспособление. Высшие, плацентарные млекопитающие имеют продолжительный период беременности, позволяющей уберечь детеныша от преждевременных контактов с опасным окружающим миром. У млекопитающих исключительно хорошо развита нервная система, особенно головной мозг. Высокие интеллектуальные способности позволили им развить сложные внутригрупповые «социальные» отношения, помогающие эффективно использовать репродуктивные механизмы, охотиться в стае, быстро расселяться, мигрируя целыми сообществами и «микросоциумами», обусловленными родственными связями или отношениями по принципу хищник–жертва.

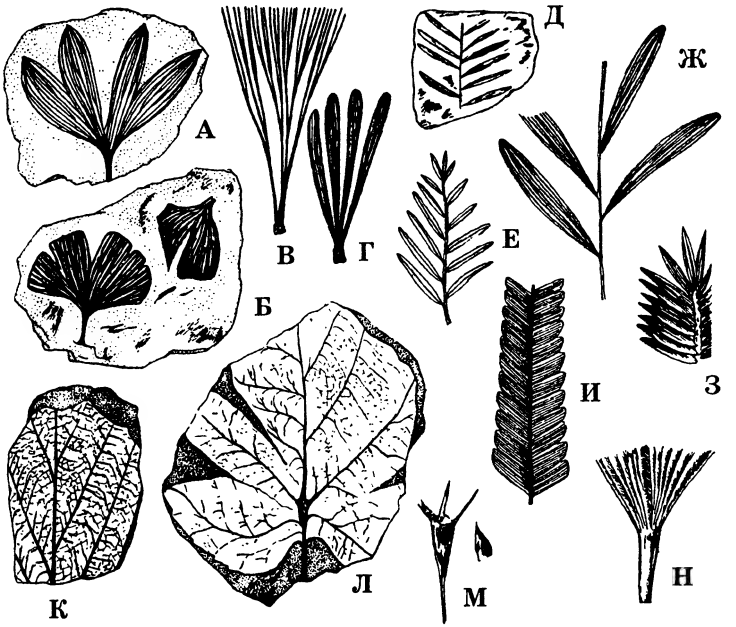
Все эти преимущества способствовали тому, что млекопитающие уже в начале **палеоге-**

на заняли многие освободившиеся экологические ниши. Позднее млекопитающие поднялись в воздух (рукокрылые) и начали осваивать водную среду (примитивные китообразные).

НОВЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ В МИРЕ РАСТЕНИЙ

После появления и широкого распространения **цветковых** (покрытосеменных) растений в середине мелового периода в растительном мире уже не происходило новых революционных изменений, если не считать широчайшего распространения злаковых культур, случившегося уже в результате хозяйственной деятельности человека. Однако растения продолжали эволюционировать, а вместе с ними постепенно менялся и общий облик растительности на Земле.

В условиях тропического климата **палеогена** в некоторых регионах Земли, в том числе и в Европе, вновь появились растительные сообщества, образовывавшие мощные залежи торфяников, позднее превратившиеся в многометровые толщи **бурых углей**. Из растений «буроугольных болот» в первую очередь надо назвать **таксодиумы — болотные кипарисы**, формировавшие древесный ярус субтропических и тропических лесов палеогена. Предки таксодиумов появились на Земле еще в юрском периоде, а потомки продолжают существовать и поныне в теплых болотах Флориды.



Голосеменные (А–И) и покрытосеменные (К–Н) растения мезозоя и кайнозоя. А, Б — отпечатки листьев гинкго, юра; В — лист чекановскии (лептостробовое, юра); Г — лист феникопсис (лептостробовое, нижний мел); Д — лист таксодиума (хвойное, мел); Е — лист метасеквойи (хвойное, мел); Ж — ветка подозамитеса с прикрепленными к ней листьями (хвойное, нижний мел); З — лист замитес (саговник, юра); И — птилофиллум (беннеттит; некоторые виды этого формального рода относятся к саговникам, юра); К, Л — листья двудольных (покрытосеменные, неоген); М — плод водяного ореха чилима (покрытосеменные, неоген); Н — лист пальмы сабаль (покрытосеменные, неоген)

В подлеске таксодиевых лесов хорошо чувствовали себя веерные **пальмы** рода **сабаль**, а также некоторые **папоротники** и **мхи.**

Удивительной сохранности остатки бурогольных растений были найдены в торфяных

Буроугольное болото, Гайзельталь. Видны выступающие из воды стволы болотных кипарисов рода таксодиум с хорошо развитыми воздушными корнями

отложениях **ископаемого озера Гайзельталь,** в **Гайзельтальском буроугольном бассейне,** расположенном на юго-востоке Германии в долине реки Заале близ городка Халле. Здесь, в бурых углях **эоценового** возраста попадаются представители практически всех групп животных и растений, существовавших в этих местах около 40–50 миллионов лет назад. Палеонтологи обнаружили здесь остатки лягушек с сохранив-

шимися клетками эпителия, в которых в свою очередь видны даже клеточные ядра и фрагменты других клеточных органелл. Были найдены эритроциты (красные кровяные тельца) древних ящериц, части мускулатуры насекомых. Палеонтологи не избалованы такой сохранностью ископаемых организмов. В некоторых случаях можно увидеть очертания мягких покровов тел животных из Гайзельталя, следы окраски на отпечатках перьев птиц.

Мне приходилось бывать в этих местах. Миновав на поезде город Йену по направлению из Берлина в Тюрингию, можно попасть в удивительно красивую страну, где неширокая, но быстрая и чистая речка Заале бежит в долине между крутыми оранжево-красными обрывами, сложенными триасовыми песчаниками.

Эти оранжевые скалы были, пожалуй, видны и с берегов палеогенового Гайзельтальского озера. Берега озера были покрыты густым тропическим лесом. Здесь произрастали представители не менее шестидесяти семейств цветковых растений. В слоях с бурым углем были найдены их остатки, сохранившиеся настолько хорошо, что иногда можно видеть углефицированные плоды и даже пыльцу, прилипшую к лепесткам древнего цветка. Лес этот был густо населен. Здесь водились древние тапиры рода лофиодон, мелкие предки современных лошадей рода пропалеотериум с четырьмя пальцами на передних лапах и тремя — на задних, лемуры рода европолемур,

любители фруктов **копидодоны** и охотившиеся за ними хищные **пароодектесы**, похожие на ежиков насекомоядные **фолидоцеркусы** и длинноногие попрыгунчики **лептикдидиумы**. В зарослях можно было заметить **муравьедов** и **панголинов**, разыскивающих **термитов** и **муравьев**. В самом озере водились пресноводные **черепахи**, большие рыбы рода **амия** и крупные **крокодилы вайгельтизухусы**, достигавшие в длину четырех метров. В прибрежных зарослях охотились гигантские **змеи** рода **палерикс**, по ветвям деревьев лазали **ящерицы** вида **эолацерта могучая**.

В неогеновом периоде в растительности северного и южного поясов с умеренным климатом появилось удивительное новшество — **степи**. В мезозое, когда травянистая растительность была представлена исключительно споровыми, степной тип ландшафта был невозможен, поскольку споровым для размножения необходимо довольно много воды. Огромные просторы относительно сухих пространств были безжизненными. Однако после появления однодольных цветковых, к которым относятся различные злаки, ситуация изменилась. Растения, которые сейчас мы назвали бы «просто травой», сформировали новый тип ландшафта. На разных материках эти травянистые сообщества называют по-разному: в Южной Америке это пампа, в Африке — саванна, в Северной Америке — прерия, в Евразии — степь, но речь идет приблизительно об

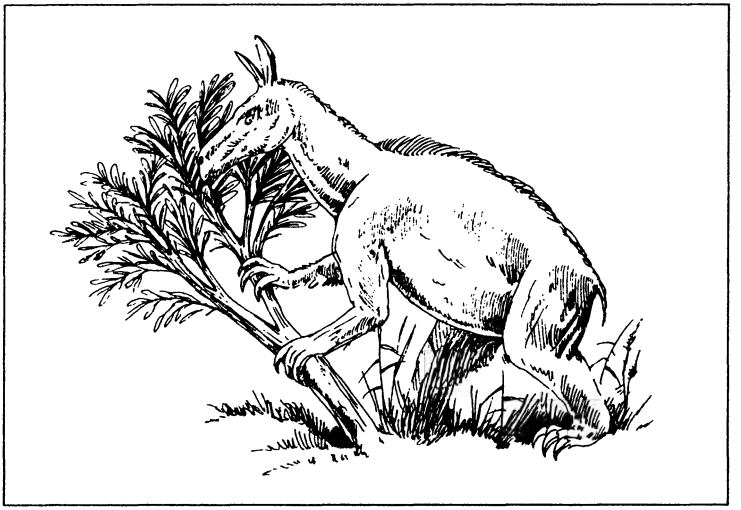
одном и том же — широких пространствах, существующих в условиях относительно сухого климата и покрытых травянистой растительностью.

Появление степей подхлестнуло эволюцию сразу нескольких групп млекопитающих, прежде всего **копытных**, а также хищников, специализирующихся на питании копытными. Возможно, в этих же ландшафтах появились и первые **люди**.

ПРИРОДА ПРОДОЛЖАЕТ ЭКСПЕРИМЕНТИРОВАТЬ

Среди млекопитающих **кайнозойской эры**, помимо еще слабо специализированных форм, таких, например, как **кондилярты**, демонстрирующих смешение признаков растительноядных и хищников, появились и весьма своеобразные звери, успевшие стать специалистами каждый в своей области.

Один из таких зверей — **халикотерий**. После того как были обнаружены кости этого млекопитающего, палеонтологи начали спорить, как же именно халикотерий передвигался и чем он питался. Его задние лапы были явно приспособлены для ходьбы, но вот передние... Они были длиннее задних почти в два раза и несли хорошо развитые загнутые когти. Вместе с тем, судя по строению зубов, халикотерий был растительноядным животным. В конце концов академик **А. А. Борисяк**



Миоценовый халикотерий, относящийся к роду моропус, обитавший на лесистых равнинах Северной Америки

предложил такую реконструкцию халикотерия: этот зверь скорее всего приподнимался на задних лапах, а передними нагибал к себе кроны молодых деревьев, с которых объедал листву. Для обозначения способа передвижения халикотерия был даже придуман специальный термин — «полудвуногая походка». Примерно так же сейчас передвигаются гориллы. Удивительно, но халикотерий является родственником лошадей и относится к тому же отряду **непарнокопытных**. Халикотерии, а именно североамериканский род **моропус**, даже сыграли свою роль в научной фантастике. Именно на моропусов посадил своих диких всадников могущественный вождь Тимучин, герой одного из романов о Язоне ДинАльте,

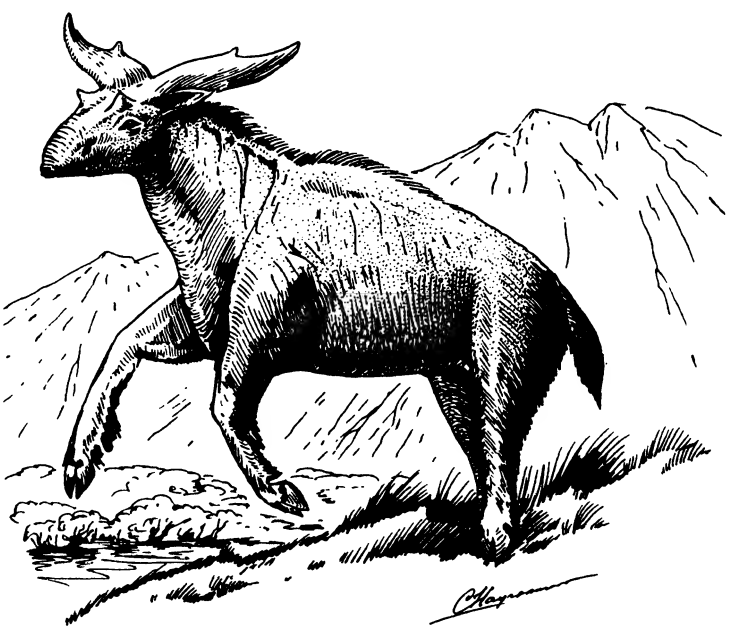
написанном американским писателем-фантастом Гарри Гаррисоном.

Рассказывая о диковинках кайнозойской суши, нельзя не упомянуть **сиватерия**. Он относится к древним родственникам жирафов. Но на современных жирафов сиватерий походил очень мало. Мощное, массивное туловище, большая голова, украшенная двумя парами рогов, задняя из которых прихотливо ветвилась, — вот как выглядел сиватерий. Остатки сиватериев были найдены вместе с другими интересными ископаемыми млекопитающими в **Сиваликских холмах**, располагающихся в предгорьях Гималаев в Индии. Это местонахождение дало палеонтологам много других интересных находок, позволивших лучше понять мир кайнозойских млекопитающих.

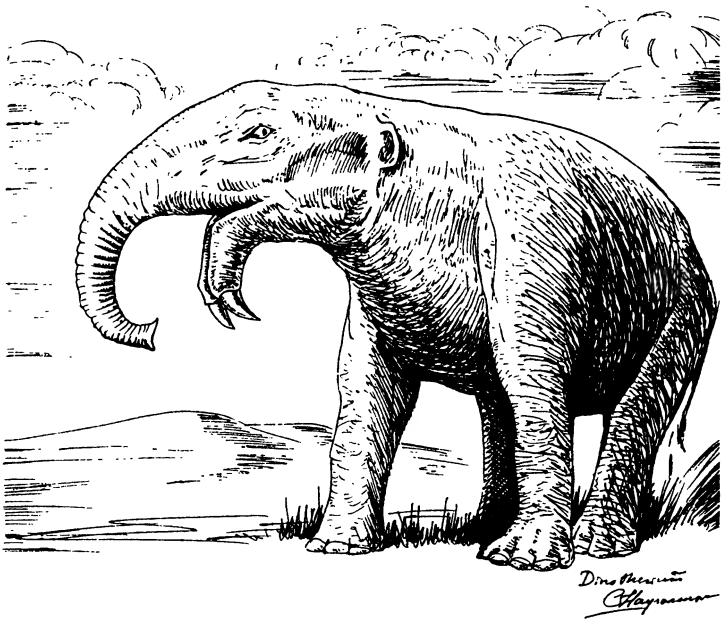
История палеонтологических находок в Сиваликских холмах весьма поучительна. В то время (в начале XIX века) в стране было много англичан, некоторые из которых живо интересовались природой Индии, в том числе и ее палеонтологическими сокровищами. Особенно большая удача выпала на долю доктора Фальконера и капитана колониальных войск Котли, которые обнаружили в желтых и красноватых **песчаниках**, обнажавшихся по склонам Сиваликских холмов, отдельные кости и целые скелеты древних позвоночных. После обстоятельных поисков и масштабных раскопок Фальконер и Котли нашли скелет **сиватерия гигантского**, огромный панцирь ископае-

мой **черепахи колоссохелис атлас** длиной около полутора метров, череп чудовищного **слона** с трехметровыми бивнями и многое другое.

Фальконеру и Котли, не имевшим под рукой необходимой литературы и естественно-исторических коллекций, доступных европейским и американским ученым, всё же удалось, используя в качестве наглядного материала коллекции современных индийских животных, в том числе и остеологические препараты (изготовленные самими исследователями), разобраться в анатомии найденных ими ископаемых млекопитающих. Описание фауны Сиваликских холмов было опублико-



Сиватерий, отдаленный родственник современного жирафа



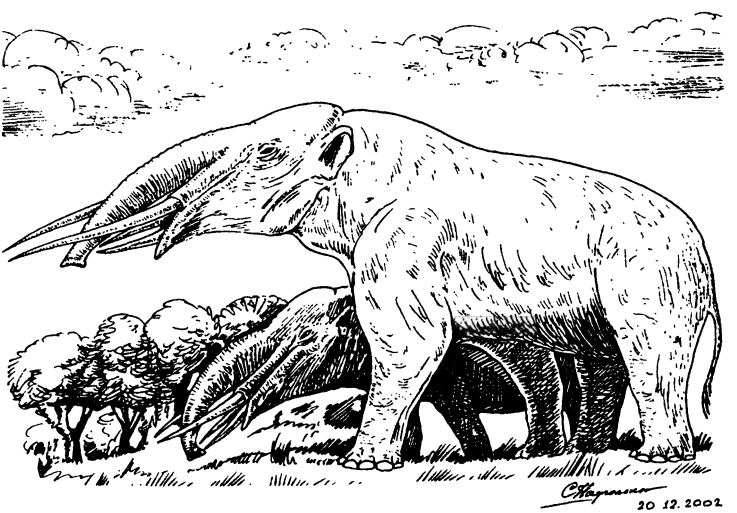
Гигантское хоботное, динотерий, с загнутыми вниз бивнями. Остатки динотериев обнаружены в неогеновых и плейстоценовых отложениях Африки и Европы. Отдельные фрагментарные кости динотериев попадались палеонтологам давно. Даже Кювье описал зуб динотерия, приняв его за зуб гигантского тапира. Однако в 1832 году был найден прекрасно сохранившийся целый череп динотерия недалеко от города Эппельсгейма (Рейнская область Германии). Этот череп вызвал всеобщий интерес и удивление, он был выставлен на одной из международных выставок в Париже

вано в «Журнале исследований Азии Азиатского общества Бенгалии», а также в Трудах Лондонского геологического общества. Эти работы, равно как и собранные коллекции, заслужили самую высокую оценку у геологов и палеонтологов того времени. В 1837 году Фальконер и Котли были удостоены медали

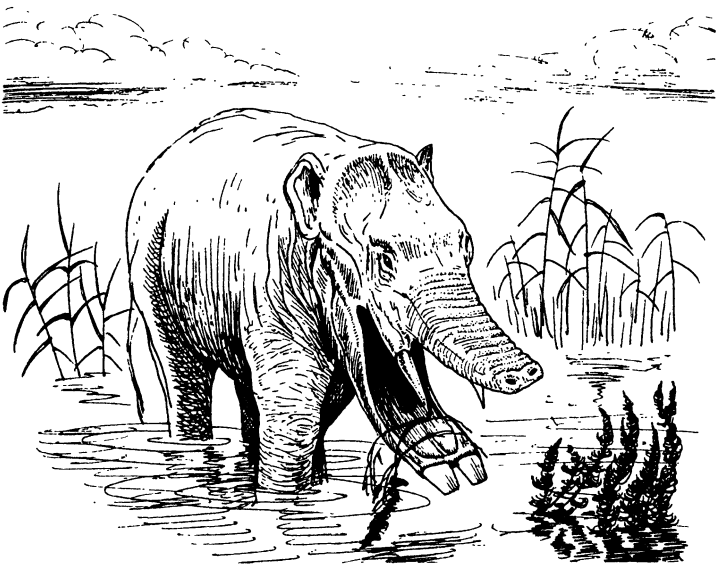
Волластона, которой награждаются ученые, внесшие большой вклад в развитие геологии.

Среди других непохожих родственников современных зверей надо вспомнить **слонов**. Каких только вариаций на тему сочетания бивней и хобота не придумала природа в кайнозое! Здесь и **динотерий** с бивнями, направленными вниз, как клыки у моржа, и различные **мастодонты** с двумя парами бивней — одной парой в верхней челюсти и другой в нижней. Мастодонты были обитателями открытых степных пространств и, скорее всего, подобно современным слонам, образовывали стада.

Но самым удивительным в этой компании был, пожалуй, **платибелодон**. Этот древний



Еще один представитель неогеновых хоботных — мастодонт



Один из узкоспециализированных представителей мастодонтов — платибелодон. Расширенная лопатообразная нижняя челюсть платибелодона с выступающими вперед уплощенными бивнями позволяла этому представителю хоботных выкапывать сочные и вкусные корневища водных растений прямо из болотистого грунта

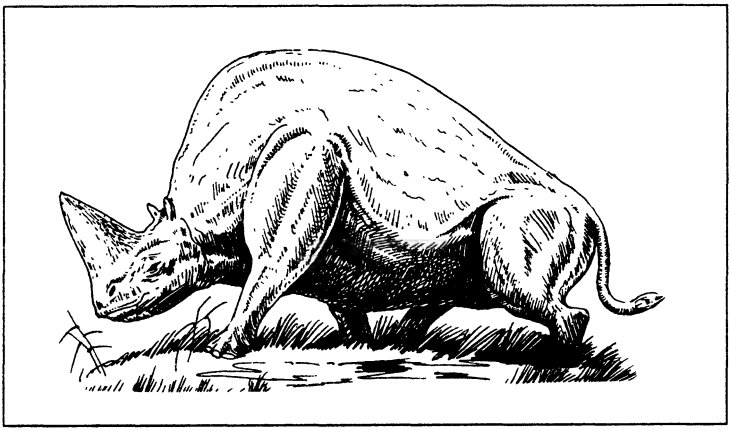
слон имел нижнюю челюсть с уплощенными резцами, превращавшими ее в подобие ковша экскаватора — этакую землечерпалку, исключительно удобную для раскапывания сочных корней водных растений. Остатки платибелодонов были найдены экспедицией под руководством **А. А. Борисяка** на реке Кубани в окрестностях станицы Беломечетской.

Зеуглодоны, огромные двадцатиметровые хищные **киты**, жившие на нашей планете около 40 миллионов лет назад, еще сохраняли в своем строении многие черты, доставшиеся

им в наследство от сухопутных предков. Зеуглодоны в отличие от современных китов имели довольно развитый шейный отдел позвоночника и скорее всего могли довольно ловко поворачивать голову во время охоты. Зеуглодоны обладали хорошо развитыми зубами с пильчатой нарезкой по краю и были, без сомнения, опасными хищниками. Несколько хорошо сохранившихся скелетов зеуглодонов были найдены в пустыне в западной части Египта.

Еще одно чудовище кайнозойской эры — **эласмотерий**. Глядя на него, легко поверить в старые сказки о свирепых единорогах. Эласмотерий — огромный родственник носорогов с большим горбом на спине и хорошо развитым коническим рогом, располагавшимся на переносице. Прекрасный практически полностью сохранившийся скелет эласмотерия был найден близ станицы Гаевской Изобильненского района Ставропольского края. Жил эласмотерий в этих краях около 500–700 тысяч

Один из древнейших китообразных — зеуглодон. Остатки зеуглодонов встречаются весьма широко. Они были найдены и в Северной Америке, и в Сахаре, и в Европе



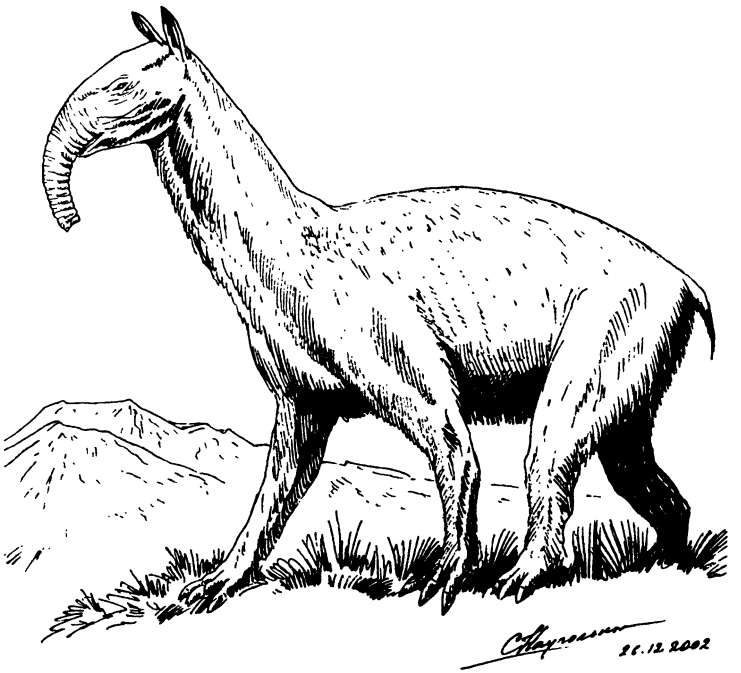
Эласмотерий, крупное носорогообразное животное с рогом, расположенном не на носу, как у настоящих носорогов, а, скорее, на лбу, что придает зверю сходство с мифическим единорогом

лет назад. На проведение раскопок и последующую реконструкцию скелета эласмотерия потребовалось несколько лет.

ВЕЛИКОЛЕПНАЯ ИЗОЛЯЦИЯ

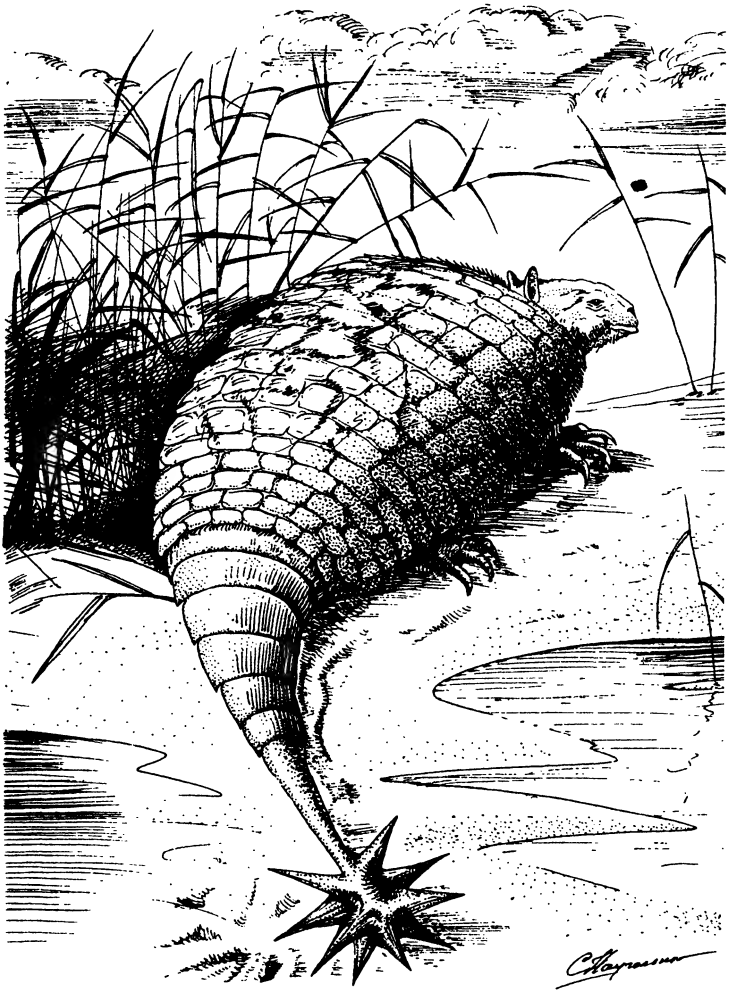
Иногда природа позволяет ученым проверить правильность выдвигаемых гипотез. Одним из наиболее грандиозных экспериментов, поставленных самой природой, было освоение **млекопитающими** Южной Америки и их дальнейшая эволюция на континенте. Этот природный эксперимент был назван выдающимся биологом-эволюционистом современности **Джорджем Глэйфордом Симпсоном** «великолепной изоляцией».

Главный, наиболее важный вывод, который следует из изучения кайнозойских фаун



Макроухения, эндемичное растительноядное млекопитающее из группы нотоунгулят, обитавших в палеогене и неогене в Южной Америке

Южной Америки, заключается в том, что закон эволюции — выживание наиболее приспособленного — действует всегда и везде. В этом кроется причина независимо возникшего сходства многих млекопитающих Южной Америки и млекопитающих других материков. Животные вынуждены приспосабливаться к жизни в сходных условиях — и в результате появляются сумчатые саблезубые «кошки» **тилакосмилусы**, похожие на настоящих плацентарных саблезубов **смилодонов**



Гигантский броненосец рода доедикурус с мощным панцирем и огромной шиповатой палицей на хвосте для защиты от хищников того времени, например от сумчатого саблезуба тилакосмилуса

и **махайродов**, которые охотились на **макроухений**, напоминавших некую смесь между

лошадью и верблюдом. **Броненосцы-глиптодонты** рода **доедикурус** как бы повторили своим внешним видом анкилозавров, живших на Земле за десятки миллионов лет до появления глиптодонтов.

ГИГАНТСКИЕ ПТИЦЫ

Конечно же без всяких преувеличений кайнозой можно назвать веком **млекопитающих**. Но есть еще одна группа кайнозойских позвоночных животных, которая по общей численности и разнообразию может поспорить с млекопитающими. Это **птицы.**

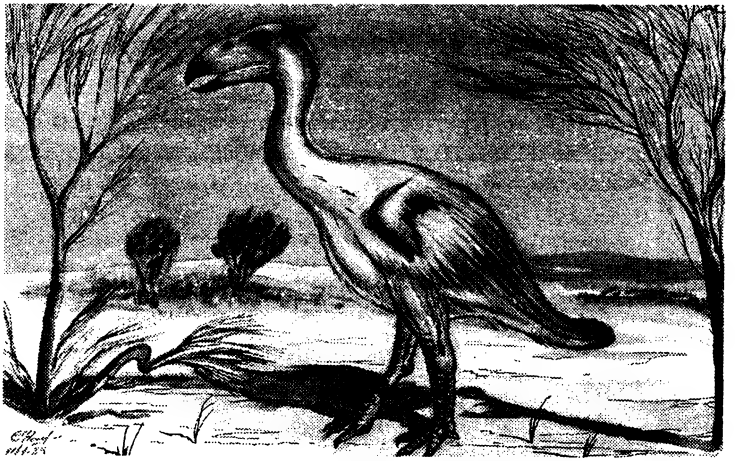
Первые достоверные остатки птиц известны из **отложений юрского возраста**. Это всем известный **археоптерикс**, а также некоторые его родственники, у которых на каждый птичий признак сохранялось не меньше (а то и больше) одного рептилийного признака. Из **верхнетриасовых отложений**, обнажающихся близ городка Пост, расположенного на западе штата Техас (США), американец индийского происхождения **С. Чаттерджи** нашел в 1986 году что-то среднее между динозавром и птицей и назвал это существо **протоависом**. Перо другого загадочного птицеподобного создания было описано из верхнеюрских отложений **хребта Каратау** (Казахстан) известным московским палеонтологом и эволюционистом **А. С. Раутианом**. Это существо было названо **преорнисом** (предптицей) **Шарова**. В Китае

и Монголии в юрских и меловых отложениях были найдены пернатые динозавры **авимимус, мононикус, синозавроптерикс, уненлагия, каудиптерикс** и **протархеоптерикс**, каждый из которых в той или иной степени напоминал птицу.

В меловом периоде было уже много **настоящих птиц**. Это и найденный в Испании **иберомезорнис**, и североамериканские **гесперорнис** и **ихтиорнис**, а также многие другие. В мелком размерном классе среди летающих позвоночных в конце мелового периода явно доминировали уже не птерозавры, а именно птицы.

В течение кайнозойской эры птицы неоднократно пытались выйти на лидирующие позиции не только среди летунов, но и среди сугубо наземных обитателей суши. Они дали несколько форм, которые по-настоящему стали сугубо наземными животными и с большим успехом терроризировали примитивных млекопитающих.

Самая жуткая из этих птиц — **диатрима**. Она была страшным хищником лесов Гайзельталя, о котором мы уже говорили. Крылья диатримы полностью редуцировались, но зато огромный клюв напоминал боевой топор, а большие и сильные ноги с мощными когтями позволяли преследовать пытающуюся удрать добычу и при необходимости вспороть ей живот одним ударом. Диатримы жили не только в Европе, но и на равнинах Северной Америки.



Пелециорнис, гигантская нелетающая птица, обитавшая в неогеновом периоде на просторах Патагонии (Аргентина). Пелециорнис был опасным хищником. Ему ничего не стоило догнать на своих сильных жилистых ногах какого-нибудь нерасторопного зверя и разрубить его на куски похожим на секиру клювом

В Южной Америке обитали не менее чудовищные птички. Из них, в первую очередь, надо вспомнить **фороракоса** и **пелециорниса.** Обе эти птицы с огромными, хищно загнутыми клювами были прекрасными бегунами, достигали трех метров в высоту и являлись, пожалуй, самыми опасными хищниками южноамериканской пампы. Их остатки в палеогеновых отложениях Аргентины открыл знаменитый палеонтолог **Флорентино Амегино.**

Около сотни тысяч лет назад на Кубе жила огромная бегающая сова **орнитомегалоникс,** «птица с гигантскими когтями» (так переводится ее название). Ноги орнитомегалоникса были развиты очень хорошо, а вот крылья бы-

ли редуцированы: летать эта сова не могла. Однако ей это явно не мешало. При росте почти в метр она легко настигала мелких животных кубинских джунглей, бегая ночами, подобно жуткому призраку со светящимися глазами, по лесным полянкам.

Еще один птичий гигант — предшественник южноамериканского кондора, самой крупной летающей птицы современности — жил на этом континенте 5–8 миллионов лет назад. Размер суперкондора воистину достоин удивления: длина тела — 3,3 метра, размах крыльев — 7,6 метра, вес — около 77 килограммов. С трудом можно представить себе такую «птицу Рух», не уступающую размером фантастическим чудовищам, созданным воображением автора «Синдбада-морехода».

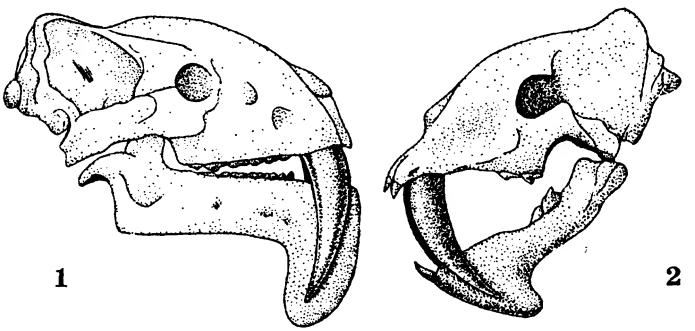
Однако не все кайнозойские птицы-гиганты были хищными. В Австралии еще на памяти местных аборигенов — всего несколько тысяч лет назад — жили **динорнисы**, или птицы **Моа**, достигавшие в высоту 3,7 метра и имевшие вес около 300 килограммов. Моа, не умевшие летать и употреблявшие растительную пищу, были полностью истреблены первобытным человеком. Такая же судьба постигла другого птичьего гиганта — эпиорниса, обитавшего на Мадагаскаре. Яйцо эпиорниса при жизни весило не менее девяти килограммов, то есть было в восемь раз больше страусиного яйца, а рост взрослого эпиорниса мог достигать пяти метров.

ПРИХОДЯТ ЛЬДЫ

В начале и середине **кайнозойской эры** климат на Земле был весьма теплым, а то и жарким. Но к концу кайнозоя ситуация стала меняться. Наступило общее похолодание, которое около двух миллионов лет назад сменилось **глобальным оледенением.** Ледники покрыли большую часть Северной Америки и Евразии. В остальных регионах также стало значительно холоднее. Наступил ледниковый период.

В связи с изменившимся климатом ландшафты на Земле в **четвертичном,** или, как его еще называют, **антропогеновом, периоде** тоже изменились. Особенно широкое распространение на северных материках получили **тундростепи.** Тундростепные ландшафты представляли собой нечто среднее между современной северной тундрой, покрытой мхами, лишайниками, маленькими деревцами и кустарничками вроде карликовых берез и ив, и южными травяными сообществами.

Тундростепь была населена многочисленными и разнообразными животными, сумевшими приспособиться к суровым условиям оледенения. Среди хищников было много видов, хорошо нам знакомых — **волков, песцов, барсуков, росомах,** — но встречались и экзотические формы, отличавшиеся, кстати, большими размерами. Из них наиболее известны **пещерный лев** и **саблезубый тигр.** Когда-то эти опасные звери чувствовали себя вольготно и на



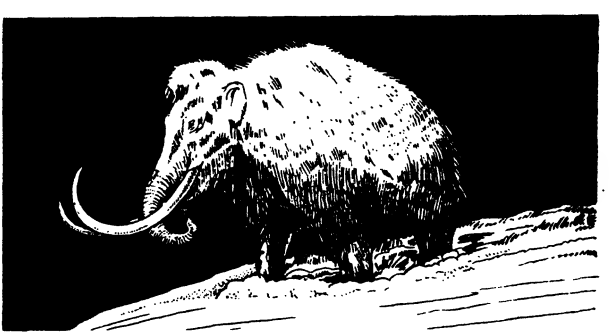
Саблезубые хищники — пример конвергентной эволюции. Строение черепа двух этих животных очень похоже, однако это сходство возникло в разных группах млекопитающих (сумчатых и плацентарных) независимо друг от друга.
1 — череп раннеплиоценового сумчатого «саблезуба» тилакосмила из неогеновых отложений Южной Америки; 2 — череп смилодона — настоящей плацентарной саблезубой кошки из подсемейства махайродонтов

территории теперешней России. Из растительноядных животных наиболее широкое распространение получили **большерогие олени — мегалоцеросы, первобытные быки, зубры и лошади.** Но настоящими «звездами» ледникового периода, определявшими, пожалуй, весь облик **плейстоценовой фауны**, были **шерстистые носороги** и **мамонты.**

Мамонты — одни из наиболее известных ископаемых животных. Им даже воздвигнуты памятники. Стилизованная скульптура мамонта установлена перед зданием управления гравийным карьером в городке Кейтхорпе, расположенном недалеко от Нотингема (Великобритания); есть скульптурные изображения мамонтов в Германии в местечке Хорб и даже

в Москве, во внутреннем дворике Палеонтологического института, где выставлены скульптурные изображения многих древних животных. Заслуженной известностью пользуется чучело березовского мамонта, выставленное в Зоологическом музее в Санкт-Петербурге.

Мамонт был описан более двухсот лет назад, в 1799 году **И. Ф. Блюменбахом.** Однако и до этого первопроходцам, проникавшим в глухие уголки Сибири, были известны легенды об огромных «земляных кротах», туши которых попадались весной на размытых речных обрывах. Считалось, что «земляной крот», вылезая на свет, погибает. Прошло много лет, прежде чем удалось понять, что речь идет об огромных тушах древних волосатых слонов, оттаивавших из льда и вечной мерзлоты. Однако в те времена и представители сибирских народов, и русские, начавшие осваивать эти земли, с успехом соби-

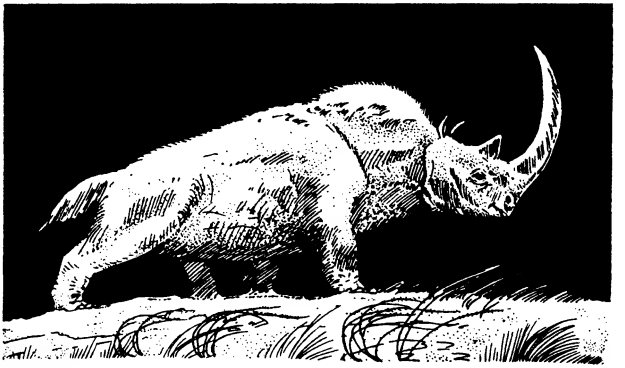


Мамонты достигали трехметровой высоты и были покрыты длинной шерстью с густым подшерстком. Шерсть помогала выжить в суровых условиях тундростепи ледникового периода. Мамонты были одними из основных промысловых животных первобытного человека

рали мамонтовые бивни, которые пользовались большим спросом у заморских купцов. Еще в десятом веке заезжие арабы ежегодно приезжали в низовья Волги для скупки мамонтовой кости у кочевников. Диковинные кости, попадавшиеся вместе с бивнями, вызывали удивление и интерес. В 1740 году член Российской академии наук астроном Н.И. Делиль доложил о том, что видел в одной из церквей города Тобольска целый череп мамонта с бивнями. Кости мамонтов, называвшиеся то «костями великана», то «костями единорога», демонстрировались во многих городах России и Западной Европы.

И по сей день на необъятных просторах нашей страны то тут, то там люди находят кости и бивни мамонтов. Отправившись на рыбалку и устроившись у строившегося моста через речку Чару, читинский железнодорожный инспектор Н. К. Медведев заметил торчащую из ила корягу. Она показалась рыбаку чрезмерно правильной. После долгой возни в прибрежной грязи на свет был извлечен огромный бивень мамонта весом около шестидесяти килограммов. А вот полный скелет мамонта был обнаружен сотрудниками Башкирского филиала Российской академии наук. Скелет вместе с черепом, украшенным двумя бивнями, был извлечен из залегавшего на глубине около пяти метров слоя глины. И таких находок известно множество.

Соседом и, вероятно, основным конкурентом мамонта в поисках чахлой растительности



Шерстистый носорог. Эти носороги, как ясно из названия, были покрыты густой шерстью, а на передней части головы у них располагались два рога, передний из которых был особенно хорошо развит. Рост шерстистого носорога в холке мог достигать двух метров

перигляциальных ландшафтов был **шерстистый носорог** (по-латыни — *Coelodonta antiquitatis*). Впервые это животное описал российский академик П. С. Паллас, но под другим названием — *Rhinoceros lenensis*, позднее оно было заменено на название, данное Блюменбахом и принятое в научных палеонтологических описаниях. Шерстистый носорог был меньше мамонта по размерам, но наверняка отличался свирепым темпераментом, не уступая в этом своим современным родственникам. Найдено довольно много остатков шерстистых носорогов, но целые скелеты этого животного весьма редки. Мумифицированные остатки шерстистых носорогов были найдены в 1773 году в Якутии, на реке Вилюй, затем в 1877 году на реке Батынтай, в бассейне реки Яны. Полностью сохранившиеся тела этих животных обнаружили

в Польше, в озокеритовых месторождениях Старуни. Чучело такого мумифицированного носорога экспонируется в природоведческом музее в городе Львове.

ПОГИБШИЕ В АСФАЛЬТЕ

Пожалуй, самым опасным хищником **плейстоцена** был **смилодон**. Прекрасно сохранившиеся и весьма полные скелеты **саблезубых кошек** (или саблезубых тигров, как их еще называют) вида **смилодон калифорнийский** были обнаружены в ископаемых **«асфальтовых озерах»** в Калифорнии. Когда-то у мало кому известного **ранчо Ла-Бреа** добывали асфальт — густую липкую массу органического происхождения — и вдруг стали находить в ней окаменелые кости. Оказалось, здесь были захоронены многие и многие животные, обитавшие от сорока до десяти тысяч лет назад в Калифорнии. Эти животные попадали в естественные ловушки из липкого и вязкого асфальта и сохранились в нем на века. Сейчас на месте бывшего ранчо Ла-Бреа создан прекрасный палеонтологический музей, располагающийся, кстати сказать, теперь практически в самом центре Лос-Анджелеса, второго по величине города США. Музей был создан в 1972 году благодаря труду энергичного предпринимателя Джорджа Пэйджа, именем которого он и назван. В экспозиции музея, помимо скелетов смилодонов, представлены и многие другие животные из Ла-

Бреа: императорский мамонт, гигантские наземные ленивцы, первобытные лошади.

ЧЕЛОВЕК И ЕГО ПРОИСХОЖДЕНИЕ

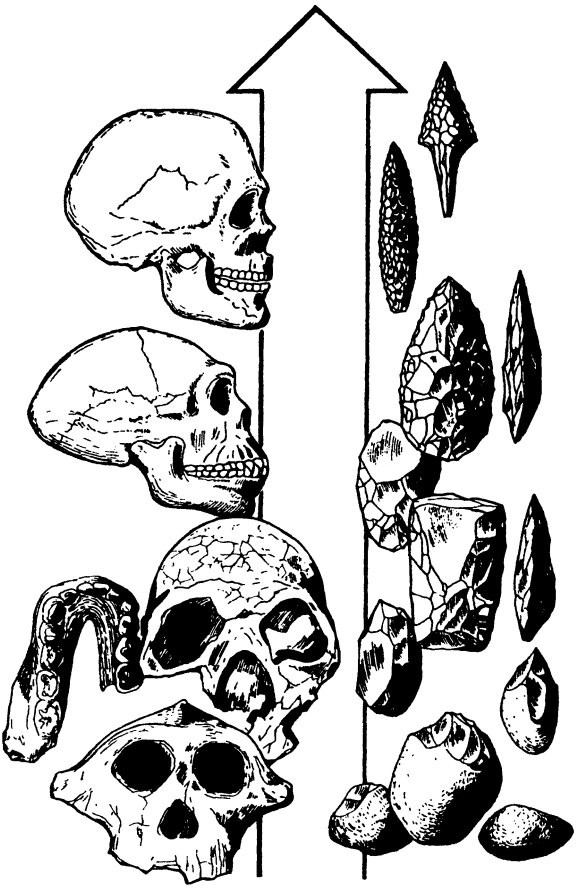
В плейстоценовых ландшафтах **человек разумный**, или человек современного типа (образованному человеку следует знать и его латинское название — *Homo sapiens*), чувствовал себя вполне уверенно. Он с большим успехом охотился на травоядных животных, защищался от хищников, использовал различные орудия труда, шил одежду из шкур, рисовал на стенах пещер, а также отправлял первые прарелигиозные обряды. Но вот откуда он взялся?

То, что человек ведет свою родословную от животных, выяснилось довольно давно. Еще в Средние века, если не раньше, общий план строения тела, идентичные физиологические функции организма и даже сходство в организации сообществ, натолкнули наиболее свободомыслящих ученых на предположение о кровном родстве человека и других приматов, прежде всего человекообразных обезьян Африки, горилл и шимпанзе. Палеонтологическая история человека тогда еще оставалась тайной. Когда **Чарлз Дарвин** писал о происхождении человека, он сетовал на отсутствие палеонтологических доказательств существования «недостающего звена», чего-то среднего, переходного от обезьяны к человеку. Но прошли годы, и сейчас перед нами палеоант-

ропологи продемонстрировали уже целую галерею предшественников человека, основанную на хорошо документированных находках из разных регионов мира.

Начать перечень прямых предков современного человека следует с **австралопитека**. Ископаемые остатки **австралопитеков** (точнее, австралопитековых, поскольку кроме собственно австралопитека к этой группе относят еще один род — **зинджантроп**; правда, самостоятельность этого рода признается не всеми палеоантропологами) были найдены сначала в Южной Африке, а затем и в Восточной Африке, в **ущелье Олдувай** и в долине **реки Омо**. Австралопитековые уже значительно отличались от обычных человекообразных обезьян — прежде всего объемом головного мозга и прямохождением. Вместе с тем в строении австралопитеков сохранялось и много обезьяньих черт — хорошо развитые надбровные дуги, слабо выраженный подбородок. Судя по многим косвенным признакам, австралопитеки уже активно использовали в качестве орудий труда палки и камни, но они еще не умели целенаправленно обрабатывать природные материалы для изготовления орудий. Самые древние остатки австралопитеков имеют возраст не менее четырех миллионов лет, самые молодые — около одного миллиона лет.

Вскоре после появления и расселения австралопитековых по территории Африки от них «ответвились» и первые представители рода



Ископаемые гоминиды и их орудия, снизу вверх: череп австралопитека с большой вогнутой лицевой частью, широкой средней частью лица, хорошо развитым надглазничным валиком и костным гребнем на своде черепа; череп человека умелого (хомо хабилис) более округлых очертаний, чем у австралопитека; слева – нижняя челюсть человека умелого; череп человека прямоходящего (хомо эректус) с хорошо выраженными надглазничными валиками и невыразительным, «срезанным» подбородком; череп человека разумного (хомо сапиенс), кроманьонца, с высоким лбом, практически без надглазничных валиков и с выпуклым сводом черепа

Homo (то есть настоящие **люди**), а именно — вид *Homo habilis*, или **человек умелый**. В отличие от австралопитеков, человек умелый уже изготовлял примитивные орудия труда для охоты и для своих бытовых потребностей. Эту наиболее древнюю **культуру** «галечных» орудий назвали **олдувайской**.

Около миллиона лет назад на смену человеку умелому, который довольно долго сосуществовал с австралопитеками и, вероятно, способствовал их вымиранию, пришел *Homo erectus*, **человек прямоходящий**. Название это не очень точное, поскольку и умелый человек, и австралопитеки уже были прямоходящими, хотя, скорее всего, сильно сутулились при ходьбе. Представителей этого вида людей нередко называют также **питекантропами** (по находкам **Эжена Дюбуа** на острове Ява), а иногда **синантропами** (находки, сделанные во время китайских раскопок **Пьера Тейяра де Шардена**, автора знаменитого «Феномена Человека», с коллегами).

Человек прямоходящий уже довольно широко расселился по Земле **четвертичного периода**. Представители этого вида вовсю изготовляли каменные орудия нового «поколения», принадлежащие к так называемой **ашельской культуре**. Они, без сомнения, вели коллективный образ жизни и использовали огонь для обогрева и, может быть, для приготовления пищи.

От человека прямоходящего ведут свою родословную **неандертальцы**, относящиеся уже к виду *Homo sapiens*, то есть к **человеку разум-**

ному. Правда, иногда неандертальцев относят к самостоятельному виду — *Homo neandertaliensis* или даже *Homo primigenius* (человек первобытный). Однако сейчас большинство палеоантропологов обособляют неандертальцев в особый подвид *Homo sapiens neandertaliensis* (человек разумный неандертальский). По ряду признаков первые неандертальцы были довольно близки современному человеку, но затем представители этого подвида почему-то вновь приобрели довольно архаичные признаки и вымерли, не выдержав конкуренции с **кроманьонцами** — людьми современного типа, *Homo sapiens sapiens*, произошедшими от неандертальцев около сорока тысяч лет назад. Возможно, часть неандертальцев была ассимилирована кроманьонцами. Нет-нет, но и сейчас иногда у винного магазина можно заметить людей с чертами, знакомыми по учебникам зоологии и антропологии: полубессмысленный взгляд, выдвинутые вперед надбровные дуги, покатый лоб и безвольный подбородок. Так, видимо, всплывают в генетической памяти частично унаследованные человеком разумным гены неандертальцев, а может быть, и питекантропов...

ИСТИННЫЕ И МНИМЫЕ ПОБЕДЫ

Природные условия, в которых находился **древний человек**, были весьма суровыми. Холодный климат, хищники, болезни, высокая детская смертность и жестокая конкуренция за

ресурсы — все это было серьезным вызовом только что появившемуся человеку. Но удивительным образом необходимость бороться со всеми этими трудностями подхлестнула эволюцию человека, выразившуюся не в изменении тела как такового, а в интенсивном развитии интеллекта и научившую человека создавать социумы — сначала стаи, а затем родовые общины, в которых даже самый слабый и больной находился под защитой племени и получал свою долю от общей добычи. Общественная жизнь первобытного человека и первые «социальные институты» — еще зачаточные, но уже достаточно эффективные — немедленно привели к ошеломляющим результатам: человек начал стремительно приближаться к статусу владыки мира. Самые сильные животные ледникового периода — **мамонты** и **шерстистые носороги** — всё чаще и чаще попадали в его хитроумные ловушки; самые кровожадные хищники — **саблезубые тигры** и **пещерные львы** — начали обходить стороной стойбища древних охотников.

Видимо, именно в этот период начало складываться то, что сейчас принято называть потребительским отношением к природе, — древний рефлекс, направленный на самоутверждение человека во враждебной ему среде. И вот уже вымирают мамонты, шерстистые носороги, **первобытные быки** и **большерогие олени**, а вслед за ними — лишившиеся кормовой базы плейстоценовые хищники. И это было только началом... Уже в историческую эпо-

ху новоявленный хозяин мира уничтожает все новые и новые виды животных, одних — в поисках дешевого продукта питания, других — просто из прихоти. Вымирают гигантские **эпиорнисы** и птицы **Моа, стеллеровы коровы, дронты, каролинские попугаи**, первобытные **туры, сумчатые волки** и многие, многие другие. Некоторые виды, уже почти исчезнувшие с лика Земли, в последние годы чудом удалось спасти. Других уже никогда не вернуть. И это вымирание, не менее масштабное, чем исчезновение динозавров в конце мезозойской эры, происходит на наших глазах.

ТРИУМФ РАЗУМА?

Так по праву ли мы относимся к человеку разумному? Если посмотреть на груды мусора в парках и на городских окраинах, на бедных неухоженных детей, на обман и жестокость, ставшие нормой не только в отношении к нашим братьям меньшим, доверившимся человеку, но и среди самих людей, то невольно возникают сомнения. Вот уж действительно, как сказал один философ, современный человек — это то, что нужно преодолеть. Человечество должно шагнуть к новому миру, где будут жить умные, честные и сильные люди, заботящиеся не только о своем благополучии, но и о процветании всего нашего общего дома — Земли, со всеми ее обитателями, от самого мелкого насекомыша до синего кита. Осознанный выбор именно этого

пути развития и можно было бы назвать истинным триумфом разума.

ЗНАЕТЕ ЛИ ВЫ ЧТО?

На одном из индонезийских островов — острове Комодо — живет гигантский варан, достигающий длины 3 м. Это самая крупная из современных ящериц. Однако сравнительно недавно, всего около 2 миллионов лет назад, фактически уже на памяти человека, в Австралии жила ящерица мегалания присция, достигавшая длины 8 м!

В миоценовых отложениях пустыни Мохаве в Северной Америке встречаются объемно сохранившиеся остатки различных насекомых с ножками и усиками.

В штате Вайоминг (США) недалеко от городка Кеммерер, рядом с перекрестком двух дорог обнажаются отложения формации Грин Ривер, знаменитой прекрасно сохранившимися насекомыми, рыбами и наземными растениями. Сам перекресток называется Фоссил (по-английски «окаменелость»).

Нелетающие хищные птицы рода диатрима, обитавшие в эоцене на равнинах Северной Америки и Европы, достигали высоты в 2,1 м.

Семейство гоминид, к которому относимся и мы с вами, отделилось от ветви высших узконосых обезьян где-то между 14 и 4 миллионами лет назад. Произошло это знаменательное событие в Африке.

СЛОВАРЬ НАЗВАНИЙ И ТЕРМИНОВ

Авимим — представитель динозавров из группы теропод, возможно, обладавший оперением. Остатки авимима были найдены в меловых отложениях в пустыне Гоби (Монголия).

Австралопитеки — непосредственные филогенетические предшественники людей, представлявшие собой невысоких обезьяноподобных существ, уже приспособленных к передвижению на двух ногах и использованию примитивных орудий. Жили австралопитеки от 4,5 до 1,4 миллионов лет назад на территории Восточной и Южной Африки.

Адаптация — любое свойство организма, направленное на его приспособление к определенным условиям обитания. Адаптации могут выражаться в особенностях строения, поведения, образа жизни, физиологии и т.п.

Акантоды — представители одних из самых древних настоящих (челюстноротых) рыб, сочетавшие в своем строении признаки хрящевых и костных рыб. Появились акантоды в силурийском периоде, а вымерли в пермском.

Актуализм — один из основных методологических приемов в геологии, позволяющий

на основе изучения современных геологических процессов восстановить процессы, протекавшие в отдаленном прошлом.

Аммониты — собирательное название для нескольких отрядов аммоноидей (см. ниже), обладавших сложными внутренними перегородками, образующими лопастную линию «цератитового» и «аммонитового» типа. Характерны остатки аммонитов для мезозойских отложений. Иногда название «аммониты» распространяют и на палеозойских аммоноидей (гониатитов) с более простой лопастной линией, но это не совсем правильно.

Аммоноидеи — ископаемые головоногие моллюски, обладавшие спиральной раковиной с системой внутренних перегородок (септ), изогнутых в различной степени. Появились аммоноидеи в девонском периоде, вымерли в конце мелового периода.

Ангарида — материк, располагавшийся в палеозойскую эру на месте современной северо-восточной Азии.

Анкилозавры — подотряд птицетазовых динозавров, покрытых панцирем, состоящим из костяных пластин и шипов (отсюда второе название анкилозавров — панцирные динозавры).

Антропоген — последний (длится и сейчас) период кайнозойской эры (синоним — четвертичный период).

Аридный климат — жаркий и сухой климат, при котором существует дефицит влаги, возникающий за счет преобладания испарения над количеством выпадающих осадков. Сравните: гумидный климат.

Археоциаты — морские беспозвоночные, близкие по морфологии и систематическому положению к губкам. Археоциаты характерны исключительно для кембрийских отложений.

Бактерии — одноклеточные безъядерные (прокариотические) микроорганизмы, размножающиеся простым делением. Некоторые представители серо- и железобактерий иногда образую «многоклеточные» нитевидные собрания.

Белемниты — вымершие представители головоногих моллюсков, для которых было характерно наличие внутреннего скелета, состоящего из редко сохраняющихся в ископаемом состоянии проостракума и фрагмокона, а также хорошо сохраняющегося конического ростра, часто называемого в народе «чертовым пальцем». Белемниты особенно характерны для мезозойской эры.

Бентозухус (название переводится как «донный крокодил») — представитель стегоцефалов-лабиринтодонтов, обитавший в начале триаса на Русской платформе.

Бентос — совокупность организмов, обитающих на дне водоема.

Биогеография — часть биологии, занимающаяся изучением закономерностей в географическом распространении животных (зоогеография) и растений (фитогеография). Часть биогеографии, изучающая географическое распространение организмов в геологическом прошлом, называется палеобиогеографией или, реже, исторической биогеографией.

Биота — совокупность всех организмов, характеризующихся одинаковым временем существования (как правило, в геологическом масштабе времени) и регионом распространения.

Биоценоз — исторически сложившаяся совокупность организмов, населяющих один или несколько смежных биотопов и связанных различными (трофическими, симбиотическими и др.) взаимоотношениями в единый комплекс. Один из синонимов термина «биоценоз» — сообщество организмов.

Брахиоподы — исключительно морские беспозвоночные из типа щупальцевых, обла-

дающие двустворчатой раковиной (к двустворчатым моллюскам не имеют никакого отношения!). Были широко распространены в морях палеозойской эры. До нашего времени дожили только очень немногочисленные представители этой группы.

Бурый уголь — ископаемый уголь невысокой степени метаморфизации, переходный от торфа к каменному углю; широко используется как сырье для химической промышленности и как топливо. К буроугольным месторождениям приурочены многие местонахождения ископаемых остатков позвоночных животных, часто прекрасной сохранности (например, местонахождения Гайзельталь и Мессель в Германии).

Водоросли — низшие одноклеточные и многоклеточные растения, тело которых (слоевище, или таллом) не разделено на ткани.

Возраст Земли — возраст Земли как геологического тела оценивается в настоящее время в 4,5 миллиарда лет. Возраст Земли как небесного (астрономического) тела должен быть значительно большим.

Высшие растения — растения (преимущественно наземные), тело которых разделено на ткани и имеет дифференцированные органы (корень, стебель, листья, органы размно-

жения). Для высших растений особенно характерно наличие проводящих тканей и органов газообмена (устьиц).

Гадрозавры — крупные «утконосые» растительноядные динозавры из отряда птицетазовых, жили в меловом периоде.

Геликоприон — род ископаемых акул, у которых имелась так называемая зубная спираль, служившая, скорее всего, для разрыхления грунта при поисках бентосных организмов. Геликоприоны были характерны для пермских морей, хотя их ближайшие родственники встречались и в карбоне, и в триасе.

Гинкго двулопастный — голосеменное растение, единственный представитель группы, процветавшей в мезозойскую эру, доживший до современной эпохи. Первые представители гинкговых известны из пермских отложений.

Гиппарион — вымершая трехпалая лошадь, предок современных лошадей. Жили гипparионы с конца неогенового периода до середины антропогена.

Глоссоптериды — не совсем точное название для группы голосеменных растений, доминировавших в каменноугольной и пермской растительности Гондваны. Для

глоссоптерид были характерны простые ланцетовидные листья с сетчатым жилкованием (например, роды глоссоптерис и гангамоптерис).

Гоминиды — семейство приматов, объединяющее австралопитеков и настоящих людей. Некоторые антропологи считают, что к гоминидам можно причислить и высших человекообразных обезьян.

Гондвана — гигантский суперконтинент, существовавший в палеозойскую эру. В состав Гондваны входили крупные литосферные плиты (современные Австралия, Африка, Южная Америка, Индия и Антарктида). В пермском периоде Гондвана соединилась с северным суперконтинентом Лавразией, образовав единый материк Пангею, начавший распадаться только в юрском периоде.

Граптолиты — вымершие морские колониальные беспозвоночные животные, свободно парившие в толще воды (планктон), реже — прикреплявшиеся к подводным предметам. Граптолиты испытали расцвет в раннем палеозое; в каменноугольном периоде они полностью исчезают.

Губки — самые низкоорганизованные многоклеточные животные, не имеющие ни дифференцированных органов, ни обособленных

тканей. Прикрепленные фильтраторы, среди которых известны и одиночные, и колониальные формы.

Гумидный климат — влажный климат, при котором количество выпадающих осадков превышает количество испаряющейся влаги. Сравните: аридный климат.

Двоякодышащие рыбы — примитивные костные рыбы, обладающие как жабрами, так и легкими; способны выживать, зарываясь в ил, при временном осушении водоема. Появились двоякодышащие в девонском периоде, три вида дожили в качестве «живых ископаемых» до современности.

Дендриты — гидроксиды марганца и железа, развивающиеся в тонких трещинах породы или, реже, в вязкой среде. Внешне напоминают отпечатки растений.

Дицинодонты — вымершие наземные позвоночные, относящиеся к зверообразным рептилиям. Остатки дицинодонтов характерны для пермских и триасовых отложений.

Докембрий — обобщенный термин для архейской и протерозойской эр.

Естественный отбор — выживание наиболее приспособленных и вымирание менее при-

способленных; главный фактор эволюции органического мира.

Зауроподы — подотряд растительноядных ящеротазовых динозавров. Для них характерны массивные тела, передвижение на четырех ногах и длинная, относительно тонкая шея с небольшой головой.

Известняк — широко распространенная горная порода, состоящая из карбоната кальция. Среди известняков встречаются органогенные (биогенные) разновидности, практически полностью состоящие из скелетных остатков ископаемых организмов, как правило, морских беспозвоночных (моллюсков, брахиопод, кораллов, иглокожих, простейших).

Ископаемые (синонимы: окаменелости, фоссилии) — остатки организмов или следов их жизнедеятельности, сохранившиеся в осадочных породах.

Ихтиозавры — отряд морских пресмыкающихся, полностью приспособившихся к жизни в воде. По меньшей мере многие из них были живородящими. Появились ихтиозавры в раннем триасе, а вымерли в позднем мелу. Временем расцвета ихтиозавров можно считать юрский период. Синоним — рыбоящеры.

Ихтиорнис, зубастая птица;
поздний мел Северной Америки

Ихтиостега — древнейшее земноводное, остатки которого найдены в девонских отложениях Гренландии.

Ихтиорнис — древние зубастые птицы, остатки которых были найдены в верхнемеловых отложениях Северной Америки.

Каламиты — крупные древовидные членистостебельные, достигавшие высоты 10–15 метров. Каламиты образовывали околоводные растительные ассоциации во влажных каменноугольных лесах. Листья и ветви каламитов нередко относят к самостоятельным формаль-

ным родам — аннулярия и астерофиллитес, а спороношения — к родам палеостахия и каламостахис. Вымирают каламиты во второй половине пермского периода.

Каллиптериды — группа пельтаспермовых птеридоспермов со сложноперистыми листьями и семеносными органами в виде зонтиковидных щитков, к нижней поверхности которых прикреплялись семена. Каллиптериды существовали в пермский период в условиях аридного или семиаридного («полуаридного») климата. Внешне представители каллиптерид напоминали древовидные папоротники.

Цератозавр, крупный хищный динозавр из группы карнозавров. Юрский период, Северная Америка

Карнозавры — инфраотряд подотряда теропод отряда ящеротазовых динозавров, объединяющий крупных хищных динозавров, таких, например, как аллозавр или тираннозавр.

Кистепёрые рыбы — подкласс костных рыб с мясистыми лопастевидными плавниками; предки наземных позвоночных. Основное разнообразие кистеперых приходится на палеозой, особенно — на девонский период; до современности доживает единственный род — латимерия.

Клинолистники, или **сфенофиллы**, — вымершая группа членистостебельных, существовавшая на протяжении карбона и перми. Для большинства сфенофиллов были характерны листья субтреугольных очертаний с клиновидными основаниями, собранные в мутовки в количестве, кратном трем. Репродуктивные органы почти всех клинолистников были собраны в стробилы. Среди клинолистников известны лазающие, лианоподобные формы, а также растения, произраставшие в полупогруженном состоянии на мелководье позднепалеозойских озер и спокойных речных заводей.

Конвергенция — морфологическое сходство, приобретаемое неродственными организмами вследствие приспособления к одинаковым условиям жизни.

Конкреции — минеральные образования, как правило, округлой формы, возникающие в горной породе в процессе перераспределения вещества. В конкрециях нередко встречаются ископаемые остатки организмов особенно хорошей сохранности.

Конодонты — мелкие образования, склериты, напоминающие зубы. Принадлежали во многом загадочной, плохо изученной группе морских организмов — конодонтофорид, возможно, родственной хордовым. Конодонты очень важны для стратиграфии палеозойских отложений.

Копролиты — окаменевшие экскременты; второе название мелких копролитов — фекальные пеллеты. Копролиты очень важны для реконструкции трофических (пищевых) взаимоотношений древних организмов.

Кордаиты — древние голосеменные растения, напоминавшие строением своей древесины хвойных. Для кордаитов характерны длинные ланцетовидные или мечевидные листья и собрания семян, образующие сложные стробилы. Произрастали кордаиты в каменноугольных и пермских лесах. Среди кордаитов были и высокие деревья, достигавшие 20–25-метровой высоты, и относительно небольшие кустарники, и мангровые формы с «ходульными» корнями.

Кораллы, или **коралловые полипы**, — высокоорганизованные представители кишечнополостных, строящие известковый скелет. Кораллы — основные рифостроители современности и важные породообразующие организмы в геологическом прошлом.

Морская лилия вида кромиокринус простой; каменноугольный период, Подмосковье

Криноидеи, или морские лилии, — класс морских беспозвоночных, относящихся к типу иглокожих, для которых характерно наличие чашки, состоящей из нескольких рядов табличек, рук (брахиолей) и стебля, состоящих из отдельных члеников. Появились криноидеи в ордовике и продолжают существовать в настоящее время. Расцвет группа испытала в позднем палеозое. У некоторых ископаемых представителей криноидей стебель мог достигать 20 м в длину, что делает их (наряду с современными гигантскими кальмарами) одними из самых крупных беспозвоночных.

Криптозой — архейская и протерозойская эры, вместе взятые. Синоним: докембрий.

Кроманьонцы — представители вида человек разумный, обитавшие в конце палеолита в Европе, Северной Африке и Передней Азии. Остатки кроманьонцев впервые были найдены в 1868 году в пещере Кроманьон (Франция).

Куксонии — одни из самых просто организованных первых наземных растений из группы проптеридофитов.

Кутикула — различные типы природных высокополимерных пленок, не пропускающих воду и покрывающих эпидермис высших растений и покровы насекомых; кутикула хорошо сохраняется в ископаемом состоянии.

Латимерия — современная кистеперая рыба, пойманная в 1938 году у берегов Южной Африки. Основной ареал распространения латимерий приурочен к району Коморских островов, расположенных в Мозамбикском проливе между Мадагаскаром и Африкой.

Лепидодендроны — гигантские древовидные плауновидные, произраставшие в каменноугольном периоде и достигавшие высоты 30–40 м. Для лепидодендронов характерна широкая раскидистая крона, образованная многократно дихотомирующими ветвями, и корневые поддержки — стигмарии.

Мастодонты — семейство вымерших хоботных, для многих из которых было характерно развитие бивней и на верхней, и на нижней челюстях.

Медистые песчаники Приуралья — геологическая формация континентального происхождения, образовавшаяся во второй половине пермского периода на западном склоне Урала. Из медистых песчаников происходят многие находки остатков пермских наземных растений, земноводных и рептилий.

Млекопитающие — класс позвоночных животных, для которых характерны вскармливание детенышей молоком, шерстный покров и теплокровность.

Папоротники — группа споровых растений, появившихся в начале каменноугольного периода и дожившая до настоящего времени. Расцвет папоротников приходится на поздний палеозой, но и в современной растительности представители этой группы весьма разнообразны, хотя и немногочисленны.

Парейазавры — крупные наземные рептилии с длиной тела до трех метров, обитавшие в пермском периоде на Русской платформе и в Южной Африке. Остатки рептилий, близких парейазаврам, известны из пермских отложений других материков. Возможно, некоторые из парейазавров были адаптированы к амфибиотическому образу жизни, чем напоминали современных бегемотов. Один из наиболее типичных представителей парейазавров — скутозавр, остатки которого были обнаружены в верхнепермских отложениях, обнажающихся по берегам Северной Двины у города Котласа.

Пеликозавры — отряд рептилий, относящихся к зверообразным. Представители отряда жили в каменноугольном и пермском периодах. Для многих пеликозавров было характерно наличие спинного гребня, «паруса», образованного гипертрофированными остистыми отростками позвонков. Предполагается, что «парус» служил своеобразным терморегулятором, помогавшим пеликозаврам эффективно нагревать или охлаждать тело.

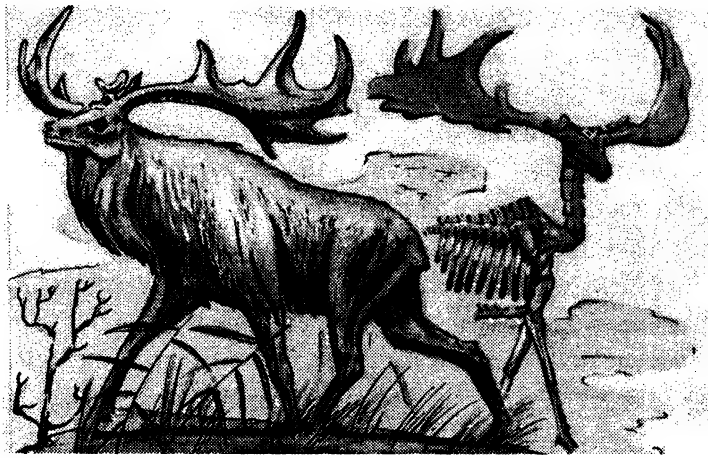
Питекантроп, или **человек прямоходящий** (*Homo erectus*) — один из самых древних ископаемых видов человека; впервые был найден в 1891 году на острове Ява.

Планктон — совокупность организмов, обитающих в толще воды, пассивно в ней дрейфующих и переносимых течениями.

Плауновидные — группа споровых растений, появившаяся в середине девонского периода, испытавшая расцвет в карбоне. До настоящего времени дожили лишь немногие представители плауновидных. Из ископаемых плауновидных особенно широко известны каменноугольные лепидодендроны и сигиллярии.

Плезиозавры — отряд хищных морских ящеров, получивших широкое распространение в мезозойскую эру. Среди плезиозавров были формы с длинными шеями и небольшими головами, а также формы с короткими шеями и большими головами. Среди последних известны настоящие гиганты с длиной тела до 12-ти метров (кронозавр).

Плевромейя — плауновидное растение с прямым неветвящимся стволом, высота которого обычно не превышала одного метра. В верхней части ствола располагались длинные и узкие листья, а верхушка ствола вен-



Мегалоцерос, или большерогий олень; четвертичный период, Северное полушарие

Мозазавры — морские рептилии мелового периода, родственники ящериц, среди них известны гиганты с длиной тела до 12 метров.

Наутилусы, или **«морские кораблики»**, — головоногие моллюски, единственные современные представители когда-то очень многочисленной и разнообразной группы наутилоидей. Тело наутилуса заключено в спиральную раковину, разделенную поперечными перегородками на камеры, соединенные эластичной трубкой — сифоном. С помощью сифона моллюск может менять давление в камерах и то погружаться в глубину, то всплывать к поверхности моря.

Неандертальцы — ископаемые люди, непосредственные предшественники кроманьонцев. Впервые остатки неандертальцев были

найдены в **долине** реки Неандер (Германия) недалеко от **города** Дюссельдорфа в 1856 году.

Нуммулиты — самые крупные представители простейших организмов с дисковидной раковиной **диаметром** до 1–2 см. Известны представители нуммулитов с раковиной диаметром до **16 см** (!). Именно из раковин нуммулитов **состоят** блоки известняка, из которых построены египетские пирамиды.

Палеоботаника — раздел палеонтологи, посвященный **изучению** ископаемых растений, а также бактерий и грибов (синоним — палеофитология).

Палеозоология — раздел палеонтологии, посвященный **изучению** ископаемых животных.

Палеопочвы — ископаемые почвы, образовавшиеся **вследствие** погребения почвенного профиля **под более** молодыми осадками. Палеопочвы **известны** из отложений самого разного возраста, **в том** числе и докембрийских.

Палеоэкология — раздел палеонтологии, занимающийся изучением экологии ископаемых **организмов**.

Панцирные рыбы, или **плакодермы**, — вымершие **рыбы**, голова и передняя часть тела которых **были** покрыты панцирем.

чалась репродуктивным органом — стробилом. Плевромейи были характерны для триасового периода. Они нередко образовывали одновидовые сообщества.

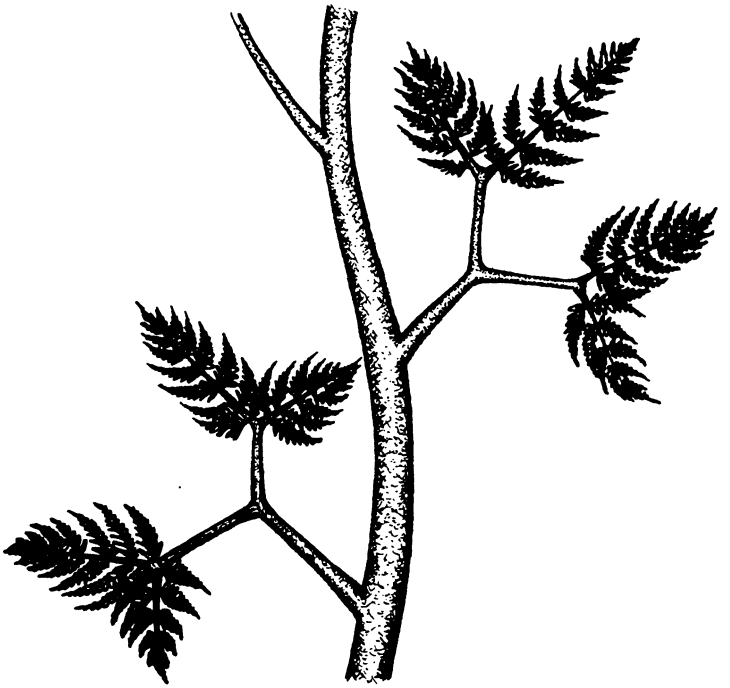
Продуктиды — представители брахиопод, как правило, с крупной ребристой шиповатой раковиной; были особенно характерны для каменноугольного и пермского периодов.

Проптеридофиты (риниофиты, псилофиты) — первые наземные растения, размножавшиеся спорами и еще не имевшие ни настоящих листьев, ни корней. Особенно характерны для позднего силура и раннего девона.

Птеридоспермы — полностью вымершая группа голосеменных растений, которую иногда еще называют «семенными папоротниками», хотя к папоротникам эти растения никакого отношения не имеют. Для птеридоспермов были характерны перистые листья, внешне напоминающие листья папоротников, на которых располагались семена. У некоторых из поздних представителей этой группы растений семена располагались уже на более специализированных органах.

Ракоскорпионы — см. эвриптериды.

Растительная ассоциация — растительное сообщество самого низкого ранга или, другие



Реконструкция вайи птеридосперма, относящегося к роду псевдомариоптерис. Поздний карбон Западной Европы

ми словами, самая мелкая единица классификации растительности.

Реликты — организмы, имевшие широкое распространение в прошлом, но сохранившиеся до современности только в виде единичных представителей своей группы. Реликтами также могут быть названы любые организмы, унаследованные биотой от предшествующих геологических эпох.

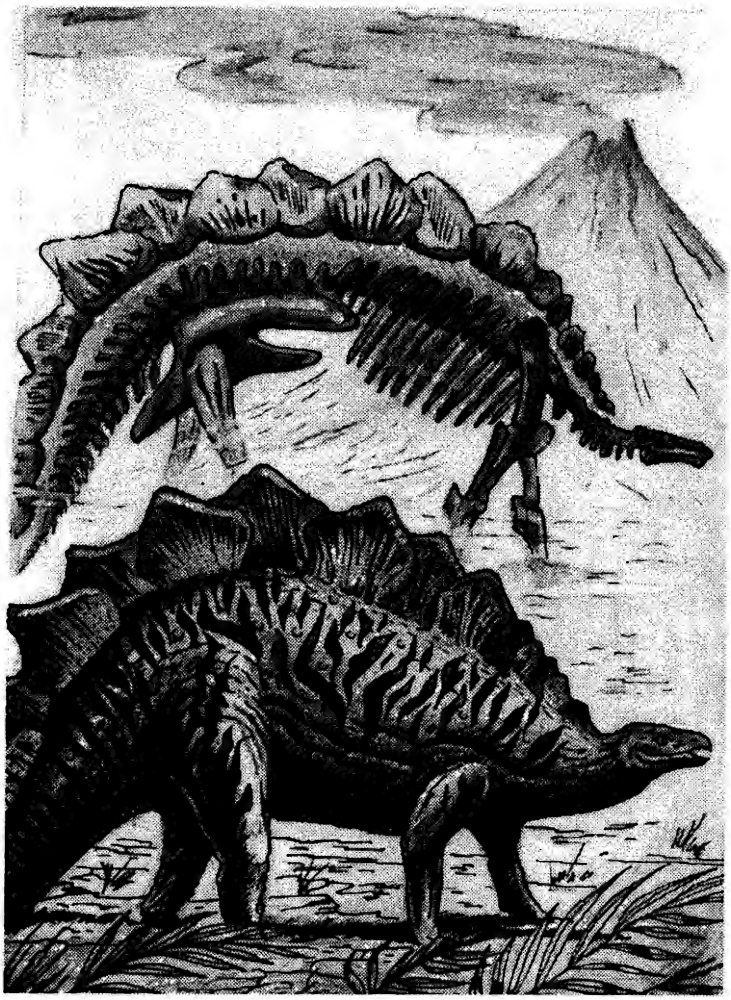
Рифей — стратиграфическое подразделение верхнего протерозоя, предшествующее венду, охватывающее временной интервал от 1,65 до 0,65 миллиарда лет. Рифей как самостоятельное подразделение был установлен в 1945 году академиком Н. С. Шатским после изучения геологии Южного Урала; название происходит от античного наименования Уральских гор.

Слоевище, или **таллом**, — тело низших растений (водорослей, мхов), не расчлененное на корень, стебель и листья.

Стегозавры — подотряд растительноядных динозавров, относящихся к птицетазовым. Передвигались стегозавры на четырех конечностях. Для стегозавров характерно наличие костных пластин ромбической или треугольной формы, располагавшихся вдоль спины.

Стегоцефалы, или панцироголовые, — собирательное название для группы примитивных земноводных, характерных для позднего палеозоя. Появились стегоцефалы в девонском периоде, вымерли в середине мезозоя.

Стенобионты — организмы, приспособленные к существованию в очень узких условиях (температуры, солености и т.д.). Сравните: эврибионты.



Стегозавр. Юрский период, Северная Америка

Строматолиты — слоистые или столбчатые образования, состоящие из карбоната кальция, осажденного в процессе жизнедеятельности сообществ цианобактерий. Строматолиты особен-

Стегоцефал из рода архегозавр;
пермский период, Западная Европа

но характерны для протерозойских отложений, но образуются и в современных морях (вблизи Багамских островов в Карибском море, а также в заливе Шарк-Бэй у берегов Австралии).

Таксон — то же, что систематическая категория. Группа организмов, связанных набором общих признаков и/или общим происхождением, которой может быть присвоен определенный ранг (например: вид, род, семейство, порядок, класс и так далее).

Такыр — дно временно пересохшего мелководного озера, покрывающееся сеткой полигональных трещин; такыры особенно характерны для природных зон с аридным климатом.

Тафономия — часть палеонтологии, изучающая условия образования местонахождений ископаемых остатков.

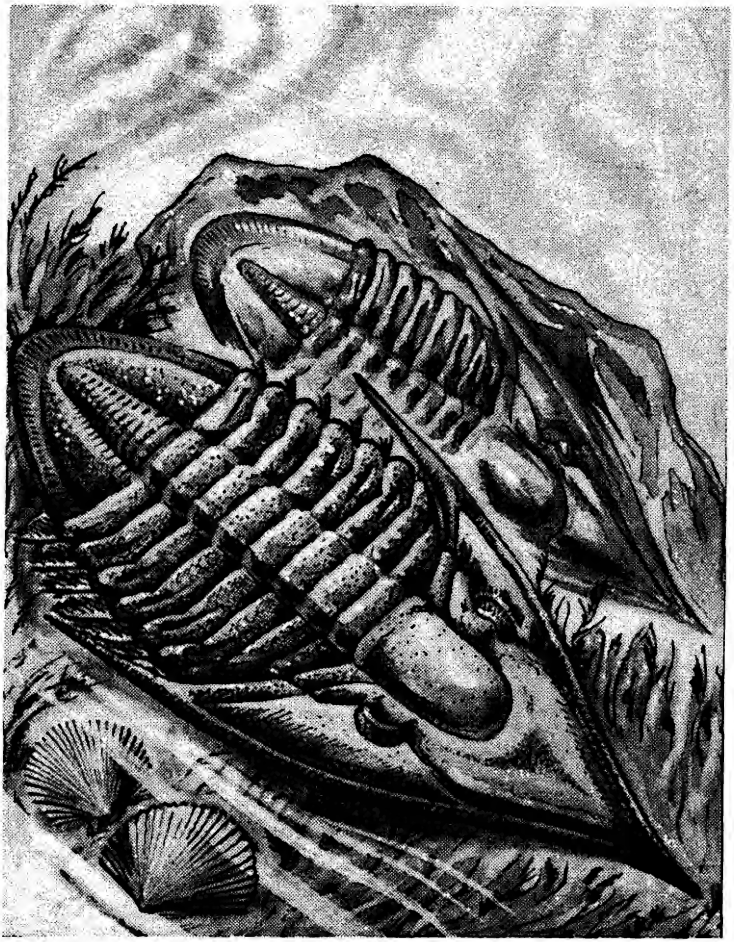
Тероподы — подотряд хищных ящеротазовых динозавров, передвигавшихся на двух ногах. В состав этого подотряда входят два инфраотряда — целюрозавры и карнозавры.

Тиллиты — древние ледниковые отложения, обычно характеризующиеся отсутствием сортировки материала и грубыми царапинами на крупных обломках породы.

Трилобиты — вымершие членистоногие, тело которых было разделено на три отдела в поперечном направлении (голова, или цефалон, торакс, хвост, или пигидий). В продольном направлении также наблюдалось деление на три части: одну осевую и две боковых. Трилобиты были особенно характерны для кембрия, ордовика и силура. Последние представители трилобитов вымирают в конце палеозойской эры. Остатки трилобитов очень важны для стратиграфии палеозойских отложений.

Фациальный анализ — один из методов реконструкции физико-географических (ландшафтных) особенностей геологического прошлого.

Филогенез — историческое развитие организмов от предков к потомкам; эволюция орга-



Крупный трилобит мегистаспис;
ордовикский период, Ленинградская область

низмов. Обычно рассматривается применительно к какому-нибудь конкретному таксону.

Флювиогляциальные отложения — отложения, образованные водами тающего ледни-

ка; как правило, представлены ленточными глинами, гравием, песками и галечниками.

Фоссилизация — процесс, при котором происходит замещение тканей организма минеральными веществами (синоним: окаменение).

Хвощовые — споровые растения с членистым строением побегов и спороношениями, собранными в стробилы или фертильные зоны. Временем расцвета хвощовых можно считать поздний палеозой; до современности доживает единственный род — хвощ.

Целаканты — группа кистеперых рыб, считавшихся вымершими в мезозойскую эру. В 1938 году у берегов Африки был пойман живой целакант, отнесенный к новому роду латимерия. Латимерия — один из наиболее типичных представителей так называемых «живых ископаемых».

Цефаласпис — бесчелюстное хордовое из группы агнат, внешне напоминавшее рыбу. Голова и передняя часть туловища цефаласписа были заключены в прочный панцирь. Встречаются остатки цефаласписов в силурийских и девонских отложениях.

Цефалоподы — то же, что головоногие моллюски.

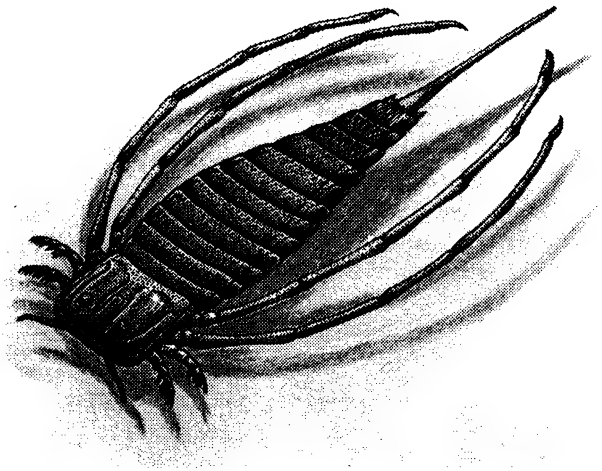
Цистоидеи, или **«морские пузыри»**, **шаровики**, — полностью вымерший класс стебельчатых иглокожих, представители которого обитали в раннепалеозойских морях.

Эвапориты — горные породы, образующиеся в жарком и сухом климате при испарении больших масс соленой воды. Эвапориты представлены хемогенными осадками, выпавшими из пересыщенных растворов. Наиболее типичные примеры эвапоритов: каменные и калийные соли, гипс.

Эврибионты — организмы, приспособленные к жизни в широком спектре природных условий. Сравните: стенобионты

Эвриптериды, или **ракоскорпионы**, — вымершая группа хищных морских членистоногих, некоторые представители которой достигали гигантских размеров. Эвриптериды испытали расцвет в силурийском и девонском периодах, но отдельные представители группы встречаются в карбоне и перми. В конце палеозойской эры последние эвриптериды вымирают.

Экосистема — природная совокупность организмов и среды их обитания, обладающая механизмами саморегуляции и многоуровневыми внутренними связями. Близкое, но не тождественное понятие: биоценоз, или сообщество организмов.



Гигантский ракоскорпион вида стилонурус Локана; силурийский период, Англия

Эндемики — организмы, характерные для строго определенного, как правило, небольшого региона. Многие эндемики являются реликтами.

Эндоцерасы — ископаемые головоногие моллюски, обитавшие в ордовикских морях. Раковины эндоцерасов могли достигать в длину нескольких метров.

ПРЕДМЕТНО-ИМЕННОЙ УКАЗАТЕЛЬ

А

авимим 284, 333, 350
австралобарбарус 202
австралопитек 25, 343
австралопитековые 343, 350
агласпис 111
адаптация 350
аджархо 290
азафискус 58
азафус Ковалевского 59, 60, 77
акантодес 97
акантоды 94, 95, 97, 350
акантостега 21, 99
актиноксилон 123
актиноподиум 123
актинурус Болтона 66
актуализма принцип 134, 350
акулы 197, 238
акулы-кладоселяхии 95
акулы-плевроканты 158
акутирамис 101
алданофитон 87, 88
алетоптерис 147, 155
аллойоптерис 155
Альварес Л. 297
альтернопсис узкий 185, 186
Альтмюль (река) 282
Амалицкий В.П. 188, 199
амаргазавр 278
амблиптерус 146
Амегино Ф. 334
амия 320
аммонитиды 257
аммониты 236, 255–262, 291–293, 295, 351
аммоноидеи 255, 351
амфибии 172
анабаритес 48
анатозавр 307
Ангарида 114, 134, 174, 194, 351
Ангарская область 162
ангидрит 127
анкилозавры 308, 351
аннулярия 126
аномалокарис 48
антропоген см. четвертичный период
анурогнатус 310
анцилоцерас 258, 259
араукариевые 253
араукария 307
арберия минасика 164
аргиллиты 208
арктотипус 207
артроплевра 156
архегозавр 374
архей 34
архелон 311
археоптерикс 11, 24, 25, 264, 270, 332
— литографский 282–284

археоптерис мацилента 121
археофруктус 308
археоциаты 48, 50–54, 352
архозавры 210
астероксилон 113
астерофиллитес 168
«асфальтовые озера» 341
афлебия 155

Б

байера халлеи 248, 251
байероксилон 252
бактерии 32, 33, 35, 38, 42, 83, 352
баланерпетон Вуда 167
балансные модели 142
барагванатия 113
барсук 336
бассейн буроугольный 318
Бек Ч. 122
белемниты 132, 236–238, 290, 352
белемноптерис 164, 166
Беннетт Дж. 220
беннеттиты 12, 220, 244, 246, 255, 287–289, 317
бентозухус 215, 352
бентос 353
Березняки 206
Бессонов А.Г. 196
бесчелюстные 64, 68, 92
бесчерепные 79
биогеография 353
биосферный кризис 205
биота 353
биоценоз 353
биркения 94
бластоидеи 75
Блюменбах И.Ф. 338
бойофитон пражский 87, 88
Борисяк А.А. 321, 327
ботриолепис Пандера 93
ботродендроны 113, 148, 149, 175
Браун Б. 296
брахиозавр 308
брахиоподы 50, 55, 63, 69, 76, 96, 205, 353
— беззамковые 107
— замковые 129
брахифиллум 253
— сосочковый 254
броненосцы-глиптодонты 332
Броуэрс Э. 266
брюхоногие моллюски, улитки 55, 72, 140, 235
бунодес 111
бунтзандштайн 214
бык первобытный 337, 347
Быстров А.П. 216
Бэбкок Л. 65

В

Вавилов Н.И. 53
вайгельтизухус 320
вальхиантус 191
вальхиевые 173, 188–193, 219

вальхия 189–191, 210
Вангенгейм фон Квален Ф.Ф. 191
вендский период 40–45
вестлотиана Лиззи 167
Виллистон С. 277
виргатитес 236
— палласианус 261
виттаефиллум хирсутум 229
водоросли 15, 54, 69, 83, 128, 293, 354
— вендотениевые 41
— зелёные 85
водяной орех 317
войновскиевые 163
волжский ярус 261
волк 336
вольциевые 219
вольция 219
— разнолистная 219
вымирание (массовое) 205, 293
вяткогоргон 202
вячеславия воркутская 175, 177

Г

гадрозавры 307, 355
Гайзельталь 318
галит см. соль каменная
гамамелиевые 287
гангамоптерис 164, 166
ганоиды 254
гастролиты 306
гаттерия 107, 114
Гауфф Б. 241
гейнитция 200, 201
Геккер Р.Ф. 141
геликоплакус 48
геликоприон 355
— Бессонова 196–198
генодус 221, 222
геохронологическая шкала 18
гепатицитес Кидстона 209
гесперорнис 243, 333
Гёте И.В. 250
гефиростегус 143, 144, 157
гиганотозавр 264, 265
гигантоптериды 229
гидротерозавр 242
гилономус 167, 168
гинкго 113, 235, 286, 317
— двулопастный 107, 175, 192, 247, 249, 250, 252, 355
— йимаензис 248, 251
гинкговые 174, 244, 247–253
гинкгоитес 253
гинкгофиллум 253
гиппарион 355
гипс 127, 206
гипсилофодонт 268
глины юрские 235
глоссоптериды 355
глоссоптерис 163–167
глоссофиллум 233
гнаториза 98
гнетовые 287
Гоби (пустыня) 281
гобикодон 305
головоногие моллюски 55, 61–67, 78, 129,

132, 196, 205, 236, 255
голоптихиус 94, 108
голосеменные 16, 123, 162, 173, 192, 244, 287, 308, 317
голофагус 108
Гольцмаден 13
гоминиды 349, 356
Гондвана 163–167, 173, 210, 356
гониатиты 196, 205, 255
гослингия кордиформис 89
граптолиты 356
грибы 84
губки 52, 235, 356

Д

данклеостеус 116
Дарвин Ч. 19, 286, 342
двинозавр 202
двоякодышащие рыбы 95, 97, 102, 357
двудольные 317
двустворчатые моллюски 50, 69, 140, 235, 290, 293
девонский период, девон 21, 90, 95, 102, 111, 124, 255
дейнонихус антрропус 274
дейтерозавр 208
дельтавятия вятская 202
деметрокарпус лимбатус 176
дендриты 357
Джоггинс (месторождение) 167
джунгариптерус 309
диатрима 333, 349
диафородендрон склеротикум 147
дикинсония 43
дикромиокринус 72
диксонитес Плюкенетта 153
диметродон 170, 171
динихтис 116
динозавров яйца 269, 312
динозавры 7, 26, 210, 222, 235, 262–282, 294, 296, 306
— утконосые 309
динорнис 335
динотерий 325, 326
диплодок 270, 276, 277, 311
диплоцидарис 238
диптерус 97, 98
диропалостахис 288
дисцитес гигас 67
дицинодонты 188, 202, 203, 210, 357
Дог-Сайт (местонахождение) 269
доедикурус 331, 332
докембрий 37, 357
долихосома 145
Долло Л. 307
дрепанофикус 113
дромазавры 202, 203
дромицейомим 309
дронт 348

Дюбуа Э. 345
дюны 200, 201

Е, Ж

европолемур 319
естественный отбор 19, 357
Ефремов И.А. 7, 216, 281, 307
жуки 230

З

завроктон 23
Залесский М.Д. 188
замитес 317
зауролоф 281, 307
зауроподы 264, 270, 276–279, 308, 357
зверообразные пресмыкающиеся 23, 177, 202, 208, 221
земноводные 20
зеуглодон 327, 328
Зимний берег (месторождение) 40
зинджантроп 343
змеи 320
Золенгофен 11, 13, 282
зостерофиллюм 116
зубр 337

И

иберомезорнис 333
иглокожие 68, 129
— стебельчатые 70
игуанодон 307
известняки 93, 240, 358
— верхнекаменноугольные Подмосковья 69
— Ганфлинт 34
— криноидные 71
— литографские 11
— окремненные Биттер Спрингс 34
— ордовикские 55
— плитчатые 11
изотелус рекс 80
икарозавр 226
илленус 59, 78
иностранцевия 23, 177, 188
иноцерамы 296
иридиевая аномалия 298
ихтиодорулиты 97
ихтиозавры 13, 292, 358
ихтиорнис 243, 333, 359
ихтиостега 20, 99, 358
йимайя халлеи 251

К

казанский век 208
кайнозой 295, 315–348
каламитес гигас 208
каламитес мультирамис 125, 126
каламиты 14, 124, 143, 146, 150, 159, 168, 170, 208, 244, 359
каламофитон 90
калликсилон 123
каллиптериды 179–184, 208, 360
каменноугольный период, карбон 23, 113, 124, 146, 162, 163, 207, 228

капитозавр 217
караганделлa Кабанова 89
Каратау (хребет) 11, 13, 254, 332
караурус Шарова 255
каркения цилиндрическая 252
Карнеги Э. 277, 311
карнозавры 12, 360
Карпинский А.П. 196
карпоидеи 68
каудиптерикс 285, 286, 333
квадрокладус 200, 201
кварциты Фиг Три 34
кейтония 288
кембрий, кембрийский период 47–53, 60–62, 79, 87, 92
«кембрийский взрыв» 47
Кемпфер Е. 249
керпия 253
— белебеика 192, 194
— крупнолопастная 176, 192, 193
кетцалькоатль 290
кипарис болотный см. таксодиум
кистепёрые рыбы 20, 95, 99, 102, 105, 116, 361
киты 327
кишечнополостные 47
кладофлебис 245, 246
климатиус 96, 97
клинолистники 163, 176, 361
клоудина 48
клювоголовые 114
коацерватные капли 34
кокколитофориды 293
колоссохелис атлас 324
компилоприон 199
конвергенция 361
кондилярты 321
Конибир У. 240
конкреции 361
конодонты 92, 362
копидодоны 320
копролиты 131, 199, 203, 311, 362
копытные 321
кораллы 17, 69, 96, 362
— колониальные 128
— четырёхлучевые 206
кордаиты 124, 170, 189, 362
костистые рыбы 146
Котельнич (месторождение) 202
котилозавры 22, 169, 177
котловина Нэмэгэту 281
Красилов В.А. 287
кратеры 299
крейциелла Путцкера 87, 88
кризис биосферный 205
криноидеи см. морские лилии
криоцератитес 259
криптозой 364
Криштофович А.Н. 263
крокодилы 129, 264, 312, 320
кроманьонцы 25, 346, 364

кромиокринус 72
— простой 363
кронозавр 243, 307
ксеноморфизм 262
куксония 86, 116, 364
— крассипаретилис 86, 87
культура ашельская 345
культура олдувайская 345
кунгуродендрон 190
— Шарова 193
кунгурский ярус 190
купфершифер 93
Курзанов С.М. 285
Курская магнитная аномалия 35, 94
Куртенэ-Латимер М. 103
кутикула 364

Л

лабиринтодонты 208, 215–217
Лавразия 162, 173
лагерштэттен 11
Лайель Ч. 134
Лайм-Риджис 240
ланцетник 79, 92
ларвортелла 48
латимерия 364
— Халумны 106, 108, 109
Лебедев О.А. 21
лев пещерный 336, 347
левиденталиум 238
лепидодендрон 142, 150, 168
лепидодендроны 14, 113, 175, 365
лепидосирен 99
лепидофлойоз 113, 148, 150
лептикдидиум 320
лептостробовые 244, 317
лескуроптерис 155
леслотека 163
летающие ящеры см. птерозавры
лингула 107
линза Завражье 188
Линней К. 250
линоптерис 155
лиоплевродон 243
лиостреа пластическая 261
литологический метод 127
литоцератиды 257, 259
лиценопс 23
лишайники 84, 145
лонгисквама (длинночешуйник) необыкновенная 226, 231–234
лонхоптерис 155
лофиодон 319
лошади 319, 337
лучепёрые рыбы 144
люди 321, 345
люди древние 17
лягушки 318

М

маастрихт 303
маастрихтский ярус 292
магнолиевые 287
Мадыген (урочище) 224, 226–234

майязавра 268
макроскафитес 258
макроухения 330, 331
Малеев Е.А. 7
мамонт 12, 337–339, 347
манджурозавр 263
мараттиевые 174, 193, 210
маргаритоптерис 155
мариоптерис 155
Марш О.Ч. 270
мастодонзавр 216
мастодонты 326, 365
махайрод 331
мегазостродон 306
мегалания присция 349
мегалозавр 306
мегалоцерос 337, 366
меганевра 14, 154, 159, 207
мегистаспис 376
медуза ризостомитес адмирандус 12
медузы 10, 11, 15, 41, 43
медуллоза 151
медуллозовые 152
мезозой 75, 132, 213–312, 317
Мейен С.В. 134
мел писчий 243, 290
меловой период, мел 245, 279–305, 308, 317
мелозавр 208
мергель 11, 93, 208
меростомовые 110
металлогениум 35
метасеквойя 317
мечехвосты 107, 111
микрораптор 264
миксоневра 155
михелиноцерас 64, 78
млекопитающие 221, 264, 294, 304, 306, 315, 329, 332, 365
многоклеточные 39, 47
многоножки 156, 179
Моа 335, 348
мозазавры 243, 292, 311, 365
«мозаичный тип» 26
мойтомазия нитиди 145
моллюски 15, 17, 305
— безраковинные 11
моноклониус 296
мононикус 333
моноплакофоры 107
моропус 322
морские бутоны см. бластоидеи
морские звезды 63
морские лилии 69, 311, 363
морской еж 238
москвоцерас 67
московикринус 72
московский ярус 198
муравьеды 320
муравьи 320
муренозавр 242
мureокринус 72
мхи 244, 317
— листостебельные 87
мшанки 55, 206
мшанки-трепостоматы 76
Мюллер Р. 300

Н

насекомые 144, 156, 179, 207, 230, 254, 319, 349

настолепис 94
натика 140
наутилоидеи 61, 67, 205
наутилус 61, 107, 366
неандертальцы 25, 345, 366
невропетрис 150, 143, 155
неггератиопсис 163
Нейбург М.Ф. 163
нематоптихиус гриноки 144
немиана 41
неоген 317
неокаламитес 112, 233
неопилина Галатеи 107
неоптеригии 146
неоцератодус 99
непарнокопытные 322
Несис К.Н. 258
Несов Л.А. 290, 308
никтозавры 290, 291
нодозавриды 267
носорог шерстистый 337, 340, 347
нуммулиты 367

О

Обрхел И. 87
одноклеточные 15
одонтоптерис 147, 155
— малый 152
— мозолистый 157
озеро ископаемое 318
окаменелости 6, 9
Олдувай (ущелье) 343
оледенение 17
— глобальное 336
— лапландское 38
оленеллус 48
— робсонезис 66
олень большерогий 337, 347, 366
Омо (река) 343
Опарин А. И. 34
ордовик 55–60, 62–63, 78, 92
орнитомегалоникс 334
орнитоподы 279
ортис каллиграмма 76
ортоцерас см. михелиноцерас
осадок 10
Осборн Г.Ф. 310
осмунда 246
осмундовые 220, 245
осмундопсис 246
отложения 6
— вендские 44
— верхнемеловые 307
— верхнеордовикские 80
— верхнепермские 131, 194, 201
— верхнетриасовые 306, 332
— верхнеюрские (титонские) 282
— девонские 21, 89
— каменноугольные 23, 167, 209
— кембрийские 111
— меловые 243, 285, 290, 311
— миоценовые 349
— нижнедевонские 87
— нижнемеловые 245
— нижнепермские 190

— ордовикские 87, 111
— пермские 22, 192
— силурийские 87
— среднекаменноугольные 198
— триасовые 98, 114, 214, 245
— угленосные 167
— флювиогляциальные 377
— эоловые 200, 201
— юрские 108, 245, 253, 332
отовичия 190
отозамитес 283
Оурэм (местонахождение) 267

П

пагиофиллум 253
палеоантропология 25
палеоботаника 367
палеоген 295, 297, 301, 303, 315, 316
палеогеография 8, 54
палеодиктиоптеры 179
палеозой 47–210, 215
палеозоология 367
палеоклимат 127
палеоклиматология 8, 54, 133
палеолимулюс авитус 110
палеониски 144–146
палеонтологический метод 128
палеонтология 26–28
палеопочвоведение 8
палеопочвоведческий метод 129
палеопочвы 129, 130, 138, 202, 367
Палеоурал 184, 192
палеоэкология 75, 136–142, 367
палерикс 320
Паллас П.С. 340
пальма сабаль 317
пальмы 129
Пангея 173, 174, 191
панголины 320
Панспермии гипотеза 32
панцирные динозавры 267
панцирные рыбы 93, 95, 116, 367
папоротники 14, 107, 113, 124, 151, 159, 174, 175, 178, 179, 193, 210, 220, 244, 245, 255, 270, 317, 368
— древовидные 129
парадоксидес 58
парадунбария 178, 179
паракаламитина 112, 208
— стриата 176
парванкорина 41
парейазавры 177, 188, 199–203, 368
пароодектесы 320
пауки 156, 159
пахидискус 291, 292
пегокринус 72
пекоптерис 14, 155
пелециорнис 334
пеликозавры 161, 169–172, 368
пельтаспермовые 173, 179–188, 200–202,

204, 208, 218, 229, 230
пельтаспермопсис многосемянный 187, 188
пельтобатрахус 210
пельтоиды 181
переходные формы 20
периоды 16
перми и триаса граница 75
пермо-триасовое вымирание 206
пермский период, пермь 146, 163, 169, 173, 176, 179, 192, 194, 196, 206, 210, 218, 228, 255
песец 336
песчаник пестрый 214
песчаники 119, 323
— красноцветные 93
— медистые 208, 365
петалонам 41, 43
печеночные мхи, печеночники 109, 145, 244
пикайя 79, 92
Пинатубо (вулкан) 301
пирамида пищевая 136
питекантроп 25, 345, 369
плакодермы см. панцирные рыбы
плакодонты 221
плакодус 221
плакохелис 221
платеозавры 223
платибелодон 326, 327
платиопозавры 208
платисомус 93
платицерас 72
плауновидные, плауны 87, 90, 107, 111, 113, 124, 134, 147, 148, 162, 175, 213, 369
— древовидные 124, 142, 159
плевромейи 175, 213, 214, 369
плевротомария 235
плезиозавр длинношеий 241
плезиозавры 240–243, 291, 292, 369
плейстоцен 341
плиозавры 242
плиомера 78
подозамитес 317
покрытосеменные 16, 286–289, 317
полакант 267
полипы 41
попугай каролинский 348
породы
— первичные 17
— вторичные 17
— третичные 17
— четвертичные 17
почвы 84
прапапоротники 90
предпочвы 84
преорнис Шарова 255, 332
пресмыкающиеся 15, 160, 231
прествичианелла данае 110
принадаэоптерис 178, 179

проангиоспермы 288, 289
пробактрозавр 263
пробосцинум 92
пробурнетия вятская 202
прогимноспермы 123
продуктиды 370
прозауроподы 223
происхождение жизни 31
пропалеотериум 319
проптеридофиты (псилофиты, риниофиты) 85, 90, 103, 113, 116, 124, 370
протархеоптерикс 333
протерозой 34, 38, 40, 42, 83
протоавис 332
протогерцина 48
протогинкгоксилон 252
протопирата 198
протоптер 99
прохенеозавр 263
псаммолепис 94
псаммостеус 93
псарониус 210
псевдомариоптерис 371
псевдонискус 111
псевдоспорохнус 90
псигмофиллоиды 208
псигмофиллум распростёртый 186
«псилофитон» бурнотензе 89
псилофиты см. проптеридофиты
пситтакозавр 263
птеранодон 243, 291
птераспис 94
птериготус буффаллоензис 100, 101
птеридоспермы 123, 124, 142, 143, 147, 150, 153–155, 159, 166, 173, 176, 180–188, 200–204, 208, 218, 220, 229, 230, 370
птерозавры, летающие ящеры 225, 243, 290, 291, 296, 306, 309, 310
птероплакс 158, 207
птилофиллум 12, 317
птихокарпус дистихус 193
птицы 264, 290, 304, 319, 332
— зубастые 243
— настоящие 333
пурсонгия 187, 188, 200–202

Р

разноспоровые 122
раки 238
— десятиногие 293
ракообразные 50
ракоскорпионы 100–102, 110, 378
ракоскорпионы-эвриптериды 111
рамфоринхи 254
ранигания 163
ранчо Ла-Бреа 341
рапторы 264
Раутиан А.С. 332
рачки 222
реконструкции 54, 75, 134, 136, 141, 199, 307
реликты 371

рептилии, пресмыкающиеся 114, 129, 167, 172, 173, 235, 240, 304, 306
ретикулоптерис 155
риниофиты см. проптеридофиты
рипидистии 99, 103
рипидопсис гинкговидный 194–195
рифей 37, 372
рифы 38, 54
— ископаемые 138
Робинсон Р. 65
родея 155
Розанов А.Ю. 53
розоцветные 287
росомаха 336
ростр(ы) 132, 290
рубиджея 164
рудисты 296
рудники сланцевые поволжские 241
руфлория 165
рыбы 15

С

саблезубые кошки 341
саблезубый тигр 336, 347
саговники 129, 220, 244, 246, 255, 270, 283, 317
садовниковия белемноидес 175
сальтазавр 308
сальтация 26
самоорганизация 31
саудония 90
сегнозавры 308
седиментологический метод 127
сеймурия 22
сейсмозавр 266
сенотека 164
сертостробус лаксус 219
Сиваликские холмы 323
сиватерий гигантский 323, 324
сигиллярии 113, 149, 150, 168, 170, 175
сидерелла 123
силур, силурийский период 60, 62, 92, 102, 111, 116
сильвинит 127
Симпсон Дж. Г. 329
синангии 183
синантроп 345
синезелёные водоросли см. цианобионты
синерокринус 72
синифрокринус 72
синозавроптерикс 286, 333
синхизидендрон дицентрикум 147
сиодон 208
Систель Т.А. 228
скелет 10, 40, 47
скутозавр Карпинского 199, 200
скутум сахни 165
сланцы 119
— Бёрджес 10, 80
— вендские (докембрийские) 10
— глинистые 228, 240

— медистые пермские 97
— плитчатые 254
— посидониевые 241
следовая дорожка 21
следы 201
Слобода В. 269
слоны 324, 326
смилодон 330, 341
— калифорнийский 341
Смит Дж. 105
Соликамск 206
соль калийная 206
соль каменная, галит 127, 206
сообщества 115, 136
сордес пилозус 254
Спирпойнт Л. 267
споровые растения 16, 90, 135
сприггина 43
стегозавр 307
стегозавры 372
стегоцефалы 22, 114, 143, 144, 158, 159, 167, 170, 172, 202, 207, 208, 210, 215, 372
стеллерова корова 348
стеноптеригиус квадрисциссус 13
степи 320
стигмарии 149, 159
стиксозавр 242
стилонурус Локана 379
стратиграфия 92
стрекозы 230
«стрела времени» 16
стробил(ы) 126, 148, 159, 170, 176, 191, 214, 217
строматолиты 36–38, 44, 83, 373
суминия Гетманова 202–205
сумчатый волк 348
суперзавр 265
сфенакодон 169, 170
— фероклор 171
— ферокс 171
сфенобайра 253
сфеноптерис 155
сфенофиллум биармикум 176
сцитофиллум 230
— пиннатум 229

Т

табуляты 206
таксодиум, болотный кипарис 316–318
тапиры 319
тараканы 157, 230
тарбозавр 281, 282
— батаар 7, 273
татарский век 187
тафономия 375
Тейяр де Шарден П. 345
телодус 93
термиты 320
тероподы 7, 223, 270, 375
тилакосмилус 330
тиллиты 375
тираннозавр 7, 310
— рекс 275

тодея 246
тодитес 245, 246
токсохасмопс 57
торозавр 303
торф 124
трансдукция 289
триас 213–234, 306, 308
трибрахидиум 43
тригонокарповые птеридоспермы 151, 152, 157, 176, 220
тризигия прекрасная 163
триконодонты 305, 306
трилобиты 17, 48, 54–66, 77, 80, 205, 375
тритилодонты 264
трицератопс 276
тулерпетон 21
тундростепь 336
тур 348
туриллитес 258, 259
турителла 258
тэниокрада 90, 116
тэниоптерис 155

У

уголь бурый 316, 354
уголь каменный 124, 127
уинтакринус общественный 311
улитки см. брюхоногие моллюски
улодендрон 143, 148
уненлагия 333
Уоллес А. 19
Уотсон 108
урочище Соколки 188
устрицы 261
утконосые динозавры 263, 266, 281, 307
уфимский век 208
уфимский ярус 175

Ф

фаброзавр 223
фауна плейстоценовая 337
фациальный анализ 375
феникопсис 253, 317
физматопитис 252
филлотека 174
филлоцератиды 257
филогенез 376
филомилакрис Виллета 157
филоценогенез 141
флеболепис 93
флора глоссоптериевая 163
флора Мидткап 194
фобетор 310
фолидоцеркус 320
фораминиферы 205, 293
«формальный род» 98, 126, 174, 245, 246
формация Варравун 33
формация Грин Ривер 349
формация Реноа 21
фороракос 334
фоссилизация 377

Х

хадсонастер 63
халикотерии 321

халкиерия 80
халтикозавр 224
Хан Вэй Нуань 271
хаптодус 170
«хардграунд» 58, 69
хасматаспис 111
хвойные 122, 124, 173, 188–193, 200, 201, 208, 209, 219, 235, 244, 317
хвощ (совр. род) 113, 176, 244
— полевой 112
хвощевидные, хвощи 107, 112, 113, 124, 162, 174–176, 217, 244, 270
хвощовые 377
хейлоницерас 256
хейролепидиевые 253
хиолителлус 66
хоботные 325
Хольцмаден 241
хордовые 47, 68, 79, 92
Хорнер Дж. 268, 309
Хуанинг (формация) 89
Хюне Ф. фон 222

Ц

Цветаева М. (палеонтолог) 67
цветковые растения 166, 244, 308
целаканты 105, 108, 377
целофизис 223
целурозавры 273
цератиты 256
цератозавр 270, 360
цератопсы 296, 303
цефаласпис 64, 68, 92, 94, 377
цехштейн 93
цианобионты, цианобактерии 35, 83
цибель 78
цикадеоидея дакотская 220
циклостигма 113
циртоцерас 63, 78
цистоидеи, шаровики 56, 74, 76, 378

Ч

Чаттерджи С. 332
чекановскиевые 244, 253
Чекановский А.Л. 253
чекановския 317
человек прямоходящий 25, 345
человек разумный 25, 342, 345
человек умелый 345
черви 11, 15
черепахи 129, 235, 254, 311, 320, 324
черновиевые 114, 202
четвертичный период, антропоген 336, 345, 351
Чжунцаянь Я. 269
Чиксулуб 299
членистоногие 15, 43, 56, 101, 156, 179
членистостебельные 90, 112, 114, 146, 163, 202, 208, 233

Ш

Шаров А.Г. 224, 230
шаровики см. цистоидеи
шаровиптерикс 224
шахта соляная 206
Шумахер Е. 115

Э

эвапориты 378
эврибионты 378
эвриклейдус
крупноголовый 241
эдафозавр 14, 160–162, 169
эдестиды 197
эдестодус 199
Эдиакара 40
эквизетиностахис 112, 174
эквизетитес 112
— песчаный 217, 218
эласмозавр 242, 291, 311
эласмотерий 328, 329
элрафия 66
эмеролетер левис 202
эмпория 190
эндемики 379
эндолобус 67
эндоцерасы 379
Эндрюс Р.Ч. 312
Эннинг М. 240
эоалулавис 286
эолацерта могучая 320
эоны 16
эораптор 267
эоцен 318, 349
эпиорнис 335, 348
эреттоптерус 101, 102
эриопс 210
эры 16
эстерия 222
эудиморфодон 225, 306
эукритта
меланолимнитес 209
эустеноптерон 99
— Форда 116
эусфеноптерис 155
эфиппиоцерас 67
эхиноенкринитес 74
эхиносферитес 76
— аурантум 74

Ю, Я

Юрина А.Л. 87
юринодендрон 113
юрский период, юра 235, 244–248, 270, 308, 317
яксартемис
длиннохвостый 254
ящерицы 319, 320, 349

СОДЕРЖАНИЕ

ОХОТНИКИ ЗА ПРОШЛЫМ

Всегда ли мир был таким, каким мы его знаем? 5
Что такое палеонтология? 6
Как сохраняются древние животные и растения? 9
Что узнали палеонтологи об истории земли? . . 13
Геохронологическая шкала 16
Геохронологическая шкала 18
Поиски предков, или как была доказана эволюция 19
Как стать палеонтологом? 26

В ДЕБРЯХ ВРЕМЕНИ

Как возникла жизнь? 31
Архей или археозой? 33
Царство бактерий 34
Строматолитовые рифы 35
Жизнь начинает экспериментировать 38
Вендский период 40
Знаете ли вы что? 42

ЖИЗНЬ В ПАЛЕОЗОЙСКИХ ОКЕАНАХ

Кембрийский взрыв 47
О чем рассказали археоциаты 50

Трилобиты — властители
раннепалеозойских морей 54
Глаза, щупальца и клювы 60
Стебельчатые иглокожие 68
В подводных оранжереях 76
Появление предка 78
Знаете ли вы что? 80

ШТУРМ КОНТИНЕНТОВ

Зона смерти 83
Первые колонисты 83
Суша зеленеет 84
Новые хозяева... 92
...и новые проблемы 101
Старина четвероног 103
Живые ископаемые 107
Знаете ли вы что? 116
Первые леса «археоптерикс»
растительного мира 119
Прогноз погоды на палеозой 126
Палеоэкология, или кто
кого ел и где жил 136
Жизнь каменноугольного леса 142
Ящер с солнечной батареей 160
Жизнь вне экватора 162
Рептилии — венец творения
палеозойского мира 167
Время пустынь 173
Такие разные птеридоспермы 179
Первые хвойные 188
Еще живые ископаемые 192
Загадочные спирали 196
Теория и практика реконструкции 199
Кризис 205
Знаете ли вы что? 207

ЖИЗНЬ РАСЦВЕТАЕТ ВНОВЬ

Чудеса триасовых лесов 213
Лонгисквама 226
Как найти плезиозавра? 234
Находка мэри эннинг 240
Растительность мезозоя 244
Рога аммона 255
Передвижное дно 260
Все ли мы знаем о динозаврах? 262
Динозавры сегодня 272
Один мозг хорошо, а два — лучше 276
Могила дракона 279
Диноптицы 282
Первый цветок 286
С аквалангом на дно мелового моря 289
Почему они исчезли? 293
Находки и гипотезы 295
Знаете ли вы что? 306

НОВЫЙ МИР

Теплые и пушистые 315
Новые изменения в мире растений 316
Природа продолжает экспериментировать . . 321
Великолепная изоляция 329
Гигантские птицы 332
Приходят льды 336
Погибшие в асфальте 341
Человек и его происхождение 342
Истинные и мнимые победы 346
Триумф разума? 348
Знаете ли вы что? 349

Словарь названий и терминов 350
Предметно-именной указатель 380